

Reisen in Süd-Amerika

Wilhelm Reiss,
Alfons Stübel

T-SAR
Bound 1939

HARVARD UNIVERSITY



LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY

12,978

24.1.18, 1902

W. REISS UND A. STÜBEL: REISEN IN SÜD-AMERIKA

DAS

HOCHGEBIRGE

DER

REPUBLIK ECUADOR

II

PETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

2. OST-CORDILLERE

BEARBEITET IM

MINERALOGISCH-PETROGRAPHISCHEN INSTITUT
DER UNIVERSITÄT BERLIN

MIT 7 TAFELN

BERLIN

VERLAG VON A. ASHER & CO.
1896 — 1902.

VORWORT.

Das unter dem Titel: „W. Reiss und A. Stübel, Reisen in Süd-Amerika“ im Jahre 1892 begonnene Sammelwerk wird mit dem vorliegenden Bande abgeschlossen. Erschienen sind:

Geologische Studien in der Republik Colombia

I Petrographie. 1. Die vulkanischen Gesteine, bearbeitet von Th. Küch, 1892.

II Petrographie. 2. Die älteren Massengesteine, krystallinischen Schiefer und Sedimente, bearbeitet von W. Bergt, 1899.

III Astronomische Ortsbestimmungen, bearbeitet von B. Peter, 1893.

Das Hochgebirge der Republik Ecuador

I Petrographische Untersuchungen

1. West-Cordillere, bearbeitet im mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Berlin, 1892—1898

II Petrographische Untersuchungen

2. Ost-Cordillere, bearbeitet im mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Berlin, 1896—1902.

Der vorliegende, letzte Band bringt die petrographischen Untersuchungen aus zwei getrennten Gebieten, und zwar die Gesteine der Ostcordillere von der Nordgrenze der Republik Ecuador bis zum Cayambe, bearbeitet von Herrn Ernst Esch, und die Gesteine der die Quito-Mulde gegen Süden abschliessenden Gebirgsgruppe, bestehend aus

den Vulkanbergen Pasochoa, Rumiñahui, Sincholagua, Quilindaña und Cotopaxi, bearbeitet von Herrn A. Young. Auch diese beiden Arbeiten sind, unter Leitung des Herrn Geheimerath Klein, im mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Berlin ausgeführt worden. Es drängt mich Herr Geheimerath Klein, sowie den Herren Esch und Young meinen herzlichsten Dank auszusprechen für die Mühe und Sorgfalt, die sie der Bearbeitung unserer Sammlungen zu widmen die Güte hatten.

Die Herausgabe der noch fehlenden petrographischen Untersuchungen einzelner Theile der Ostcordillere, wie aller weiterer Resultate unserer Reisen, bleibt Einzelpublicationen vorbehalten.

Könitz in Thürigen,
Mai 1902.

W. Reiss.

Inhalt.

Vorwort	Seite III
I Die Berge des Ibarra-Beckens und der Cayambe (Seite 1–60, Taf. I–III) bearbeitet von Ernst Esch, 1896.	
<u>Einfleitung</u>	3
<u>Geologisch-topographischer Theil (S. 4–13)</u>	
Ibarra-Becken	4
Cayambe	8
Mojanda	9
Imbabura	11
Cayliche	12
Cusin	12
Cordillera de Angochagua	12
<u>Mineralogisch-petrographische Untersuchungen (S. 14–60)</u>	
A. Die die Gesteine zusammensetzenden Mineralien und die bei jenen in Betracht kommenden Grundmassen (S. 15–48)	
1. Feldspath	15
2. Pyroxen	25
3. Hornblende	26
4. Olivin	34
5. Quarz	45
6. Tridymit	45
7. Gläumer	45
8. Apatit	45
9. Magnetit	45
10. Grundmasse	46
B. Charakterisirung der einzelnen Gesteine und Vorkommen derselben (S. 48–55)	
1. Pyroxen-Andesit	48
Mojanda	48
Imbabura	50
Cayliche	51

	Seite
Cuzco	52
Angochagua-Gebirge	52
2. <i>Amphibol-Andesit</i>	52
Imbabura	52
Cayambe	53
3. <i>Amphibol-Pyroxen-Andesit</i>	54
Imbabura und Cayambe	54
4. <i>Dacite</i>	55
Mojanda	55
C. Chemische Analysen einiger Haupttypen der untersuchten Gesteine (S. 56—60)	
1. <i>Pyroxen-Andesit</i>	56
2. <i>Amphibol-Pyroxen-Andesit</i>	57
3. <i>Amphibol-Andesit</i>	57
4. und 5. <i>Amphibol-Dacit</i>	58

II. Der Cotopaxi und die umgebenden Vulkanberge: Pascocha, Rumihahui, Sinchologua und Quillindaña (S. 61—275, Taf. IV—VII) bearbeitet von A. Young, 1902.

Geologisch-topographische Beschreibung von W. Reiss (S. 63—189)

Einleitung	63
Pascocha	64
Rumihahui	64
Sinchologua	65
Cerro del Valle viejo	67
Fussgebirge des Cotopaxi	67
1. Die obsidianführende Tuff-Formation	68
2. Die Picacho-Formation	71
Cotopaxi	72
Nordseite	72
Westseite	74
Südseite	76
Ostseite	77
Krater	78
Kraterwand	85
Eis- und Schneemantel	85
Die neuen Lavaströme	89
A. von Humboldt	89
Nordseite	90
Yana-sacha-volcan	90
Tauri-panba-volcan	91
Diaz-chuama-volcan	92

	No. 116
Ostseite	92
Chiri-machai-volcan	92
Puca-hualco-volcan	93
Puma-nen-volcan	93
Südseite	94
Westseite	94
Manzan-hualco-volcan	94
Zusammenstellung der neuen Lavenströme	96
Formen der neuen Lavaströme	99
Gipfel- und Seitenausbrüche	99
Die Ausbrüche des Cotopaxi	100
Zusammenstellung der historischen Ausbrüche	101
Die grösseren Eruptionen	103
Schlammströme	105
Aschenausbrüche	109
Elektrische Entladungen	113
Auswürflinge	113
Detonationen	116
Erdbeben	119
Fumarolen	119
Lavaströme	120
Lavaauswurf von 1877	121
Verlauf eines Cotopaxi-Ausbruches	124
Höhe des Cotopaxi	126
Bouguer und La Condamine	126
Spanische Offiziere	128
Kritische Betrachtungen	129
A. von Humboldt	130
W. Reiss	132
E. Whymper	132
Zusammenstellung der Gipfelmessungen	134
Grössenverhältnisse des Cotopaxi	135
Vergleichende Uebersicht der Grössen- und Neigungsverhältnisse vulka- nischer Berge	137
Rauminhalt des Cotopaxi	139
Masse eines Lavinstromes	140
Alter des Cotopaxi	142
Hypothesen und Theorien	144
Entstehung und Entwicklung des Cotopaxi	146
Litteratur-Uebersicht	151

VIII

	Seite
Quilindafu	154
Lage und Umgebung	154
Veränderung der Flussläufe	155
Gestalt und Bau des Berges	156
Grössenverhältnisse	159
Der innere Bau	159
Eis- und Schneebedeckung	160
Alte Moränen	161
Keine Eiszeit in Ecuador	162
Gletschererosion	163
Gletscherforschung in Nordamerika	165
Entwicklungsgeschichte des Quilindafu	166
Verbreitung der Gletschererosion in Ecuador	167
Die Doppelpyramide des Hinda	169
Formenreihe der Schneeberge	171
Gletschererfüllte Krater	173
Schlussbetrachtungen	173
Gletschererosion in Afrika	174
Literatur	175
Zusammenstellung der auf die Schnee- und Eisverhältnisse der ecuatorianischen Berge bezüglichen Messungen	175
Putzalugua	189
Nachträge	189
Mineralogisch-petrographische Untersuchungen von A. Young (S. 191—275)	
Einleitung	191
A. Die Mineralien	194
1. Quarz	194
2. Opal	195
3. Tridymit	195
4. Feldspath	197
5. Biotit	212
6. Hornblende	213
7. Anorth	215
8. Hypersthen	216
9. Olivin	218
10. Anorthit	219
11. Zirkon	220
12. Titanit	220
13. Ausscheidungen im Magma	220
14. Einschlüsse	222

B. Die Gesteine (S. 224—275)	Seite
Allgemeines	224
a. <i>Dazitische und saure andesitische Gesteine</i>	225
1. Dacite	225
2. Biotit-Andesit	226
Aläquas-Typus	229
3. Hornblende-Andesit	232
4. Hornblende-Pyroxen-Andesit	232
b. <i>Basische Andesite und Basalte</i>	234
1. Pyroxen-Andesit	234
Sambache-Typus	235
Tauri-pamba-Typus	236
2. Basalte	236
C. Spezielle Gesteinsbeschreibung nach Fundorten (S. 237—272)	
Pasochun	237
Rumñahui	239
Sinchlagua	244
Valle-yickuso	249
Quillindaha	251
Fuesgebirge des Cotopaxi	255
a. Die obsidianführende Tuff-Formation	255
b. Die Picacho-Formation	258
Cotopaxi	261
a. Die neueren, z. Th. historischen Laven	261
b. Die älteren Laven	264
Putzulagua	272
Geröll zweifelhafter Herkunft	272
D. Berechnung der Gesteinsanalysen	273
Übersichten, Namen- und Sachverzeichnis, Nachträge und Berichtigungen	
(S. 277—356)	
I. <i>Übersicht der in den einzelnen Gebieten auftretenden Gesteine</i>	279
II. <i>Übersicht des Vorkommens der einzelnen Gesteine und Gesteinsvarietäten</i>	281
III. <i>Namenverzeichnis</i>	283
IV. <i>Sachverzeichnis</i>	294
<i>Nachträge und Berichtigungen</i>	353

Beschreibungen der Tafeln und Tafel I—VII

DEC 19 1902

H 4-13

12978

W. REISS UND A. STÜBEL: REISEN IN SÜD-AMERIKA

DAS
HOCHGEBIRGE
DER
REPUBLIK ECUADOR
II

PETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

2. OST-CORDILLERE

BEARBEITET IM
MINERALOGISCH-PETROGRAPHISCHEN INSTITUT
DER UNIVERSITÄT BERLIN

LIEFERUNG 1
MIT 5 TAFELN

BERLIN
VERLAG VON A. ASHER & CO.
1896



I

DIE BERGE DES IBARRA-BECKENS UND DER CAYAMBE

BEARBEITET VON

ERNST ESCH

MIT TAFEL I—III

Einleitung.

Die der nachfolgenden Arbeit zu Grunde liegenden Gesteine stammen aus dem nordöstlichen Theil der Republik Ecuador, aus dem nördlichsten der ecuatorianischen Hochlandsbecken, dem von Ibarra, welches die Berggebiete des Mojanda, Cusin, Imbabura und der Angochagua-Kette umfasst, endlich vom Cayambe; sie sind anfangs der sechziger Jahre von den Herren Geheimrath Dr. W. Reiss und Dr. A. Stübel gesammelt worden.

Das ganze untersuchte Material umfasst etwa 850 Handstücke. Es befindet sich zu ungefähr gleichen Theilen in der von Herrn Geheimrath Dr. W. Reiss dem mineralisch-petrographischen Institut hiesiger Universität als Eigenthum zugewiesenen Sammlung, in der Privatsammlung des Herrn Dr. Reiss und der des Herrn Dr. A. Stübel.

Zur eingehendsten Untersuchung gelangten die in der hiesigen Sammlung befindlichen Stücke, von denen über 200 Schiffe angefertigt wurden. Aus den Privatsammlungen der oben genannten Herren, die sich im Wesentlichen mit der hiesigen decken, wurden etwa 100 Stücke mikroskopisch untersucht.

Soweit mir die Litteratur über dieses Gebiet zugänglich war, hiet dieselbe in geologischer, besonders aber in petrographischer Beziehung wenig, was für diese Arbeit von Wichtigkeit wäre, da in jenen Darstellungen meist nur geographische oder allgemein geologische Beobachtungen mitgetheilt werden, genauere Beschreibungen aber der hier vorkommenden Gesteine nirgendwo gegeben sind. Ich habe daher darauf verzichtet, die Einzelheiten aus der Litteratur anzuführen, da mir überdies von Herrn Geheimrath Reiss in geologischer und von Herrn Dr. Wolf in geographischer Beziehung klare und interessante Schilderungen über dieses Berggebiet, welche im Folgenden wiedergegeben sind, zur Verfügung gestellt wurden.

Geologisch-geographischer Theil.

Im Nachstehenden ist der Versuch gemacht, die aus Dr. Wolf's *Geografía y Geología del Ecuador*¹⁾ wie aus brieflichen Mittheilungen desselben Herrn entnommenen topographischen Notizen mit den von Herrn Reiss gegebenen geologischen Erläuterungen zu einem Bild der Vulkangebiete zu verschmelzen.²⁾

Das Becken von Ibarra war ursprünglich auf seiner Ost- und Westseite von den beiden Hauptcordillern der ecuatorianischen Anden begrenzt. Diese im Grossen und Ganzen in der Richtung von Norden nach Süden verlaufenden Gebirgszüge bestehen aus Gesteinen alter Formationen und bilden die Grundlage für die in jüngeren Zeiten hier durchgebrochenen vulkanischen Massen. Soweit bis jetzt bekannt, wird die Westcordillere aus Sedimentschichten, die wohl der Kreideformation zuzurechnen sein dürften, und den zugehörigen älteren Eruptivgesteinen (Diabasen und Porphyriten) gebildet, während in der Ostcordillere fast ansschliesslich krystallinische Schiefer und Gneisse auftreten. Wie tief die Einsenkung zwischen den beiden Cordillern, in welcher Weise das Becken gegen Norden und Süden abgegrenzt war, lässt sich bei dem heutigen Stand unserer Kenntnisse des geologischen Baues des Landes nicht bestimmen, denn durch vulkanische Ausbrüche, welche hier in grosser Zahl stattgefunden haben, ist das interandine Becken zum grossen Theil ausgefüllt worden. Die Westcordillere ist an ihren inneren, also an ihren Ostabhängen unter vulkanischen Gesteinen begraben; ein grosser, steiler, kegelförmiger Berg,

¹⁾ 1892 p. 97–104 u. 353–54.

²⁾ Von kartographischen Darstellungen kann nur die „*Mapa geográfica del Ecuador por Dr. Teodoro Wolf, 1892*“ in Betracht kommen; für unsere Zwecke brauchbare Abbildungen giebt es nur zwei: die eine, den Mojanda von Norden gesehen darstellend, findet sich in A. Stübel: *Skizzen aus Ecuador*, 1896, Seite 82; die andere von André entworfene zeigt den Imbabura mit der Stadt Ibarra auf dem Tuffplateau und die in dasselbe eingeschnittene Schlucht recht charakteristisch, wenn auch etwas willkürlich behandelt. (Tour du Monde, 1883, XLV p. 365.)

der Cotacachi, ist ihr vorgelagert, an den sich gegen Süden der Dom der Cuicocha and, mit einer Wendung gegen Westen, die schroffen, von der Erosion schon stark zerstörten Escaleras-Berge (Chanchagran) anschliessen; ebenso erheben sich mächtige vulkanische Massen vor dem Westabhang der Ostcordillere, die dadurch ganz in den Hintergrund gedrängt erscheint und in dem Landschaftsbilde kaum zur Geltung kommt, wenn nicht die Cordillere de Angochagua als ein mit vulkanischem Gestein bedeckter Sporn oder Ausläufer derselben zu betrachten ist.

Wie weit die vulkanischen Ausbrüche nach Osten sich erstrecken, ist ebenso unbekannt, wie der geologische Bau der Ostcordillere in diesem Theil ihres Verlaufes; nur die Gerölle in den Flüssen und die weiter nördlich und südlich beobachteten Verhältnisse führen zu dem Schlusse, dass hier die älteren Gesteine noch ziemlich unverhüllt zu Tage treten müssen.

Im Norden wird das Ibarra-Becken durch das vulkanische Hochland des Páramo del Boliche begrenzt, dessen steile Abstürze der Rio Chota bespült; im Süden bilden hohe vulkanische Berge, Escaleras, Mojanda, Cusin, eine von Cordillere zu Cordillere sich hinziehende Scheidewand gegen das Becken von Quito.

Man kann den Durchmesser des ursprünglichen Ibarra-Beckens, das ungefähr ebenso lang als breit war, zwischen dem Kamm der umschliessenden Gebirge auf etwa 40—50 Kilometer veranschlagen.

Ein Bild von der Configuration des Landes tritt am anschaulichsten hervor, wenn man seine Entstehungsgeschichte ins Auge fasst. In dem tiefen, muldenförmigen, in das alte Gebirge eingesenkten Thal fanden vulkanische Ausbrüche statt, welche zum Theil die der Thalmulde zugewandten Gehänge der umgebenden Höhenzüge mit Anbruchsmassen bedeckten, zum Theil aber, auf bestimmte Punkte concentrirt, gewaltige Dom- und kegelförmige Berge aufbauten, so den Cotacachi, Cuicocha, Chanchagran und Escaleras, den Mojanda, Cusin und Imbabura. Während nun die erstgenannten Berge alle mehr oder weniger sich der alten Muldenumwallung anschliessen, erhebt sich der Imbabura frei und ringsum isolirt aus dem Grund der Mulde selbst. Fast das gesamte lose Ausbruchsmaterial all dieser Berge wurde dem Grund der Mulde zugeführt, sei es durch die Winde, sei es durch die gewaltigen Wassermassen, die in der tropischen Regenzeit an den steilen Bergen herabstürzen. So kommt es, dass in dem Grunde des Beckens, in welchem die Ortschaften liegen und die gangbaren Wege verlaufen, die Tuffe eine hervorragende Rolle spielen, während sie an dem Aufbau der vulkanischen Berge selbst nur in untergeordneter Weise theilhaftig sind, wie dies schon die schroffen Bergformen vermuthen lassen. Dem Gehänge der sich gegenüber liegenden Cordilleren und dem Abfluss der Wasser von ihnen zufolge, mussten die Tuffe in zwei zu einander ge-

neigten Ebenen abgelagert werden. Beide Ebenen fallen von den von Nord nach Süd verlaufenden Umwallungen gegen den Grund der Mulde zu ein. Anserdem kommt aber noch eine starke Neigung vom Hintergrund der Mulde, und zwar von deren Südende, dem Mojanda aus, hinzu. Diese Neigung geht nach dem Orte zu, an welchem die angesammelten Gewässer die Muldenumwallung durchbrechen. Hätten die Ablagerungen der vulkanischen Massen ganz gleichmässig von allen Seiten her stattgefunden, so müsste die tiefste Wasserrinne die Mulde ihrer Längsrichtung nach in der Mitte durchschneiden. Dies ist aber nicht der Fall: Die Gewässer sind durch die im Imbabura und seinen zugehörigen Nebenbergen aufgehäuften Ausbruchsmassen gegen Westen gedrängt. Noch vielfache weitere Abweichungen vom regelmässigen, schematisch gedachten Bau der Muldenfläche sind dadurch bedingt, dass einmal Lavaströme von den höheren Bergen in den Grund der Mulde flossen, vor allem aber dadurch, dass auch hier kleine Ausbruchskegel aufgeworfen wurden, die mit ihren Schlackenanhäufungen und Lavaergüssen unregelmässig über die Fläche vertheilte Erhebungen bildeten. In den oft wie mit dem Messer ausgeschnittenen Wasserrissen und Schluchten, deren steile Seitenwände bis 100 und 150 Meter Höhe erreichen, zeigt es sich, dass vielfach Lavaströme eingelagert sich finden und dass kegelförmige Schlackenmassen, die Ueberreste begrabener Ausbruchskegel, einen nicht unwesentlichen Antheil an der Bildung dieses Theiles des Muldenlandes haben. Dies ganze, zwischen den höheren Bergen liegende Terrain wird zwar nur von wenigen grossen, dafür aber von einer grossen Anzahl kleinerer Wasserrisse durchzogen, welche es in viele kleine, in sehr verschiedenen Höhen liegende Plateaus zerschneiden. Während in den obersten Theilen des Beckens, am Fnsse des Mojanda und Cusin in 2700 m Höhe, Gerste und Kartoffeln gezogen werden, gedeiht im untersten Theile desselben bei Salinas in 1500 m der Kaffee, die Banane und das Zuckerrohr, und auf einer mittleren Terrasse liegt am Nordfuss des Imbabura, in einem herrlichen, gemässigten Klima, die Provinzialhauptstadt Ibarra in 2225 m Höhe.

Die nördliche Umgrenzung des Ibarra-Beckens, der Querzug des Páramo del Boliche, sowie die Westcordillere mit den Vulkangebieten des Piñan, des Cotacachi und der Escaleras-Berge (Chanchagran) fallen nicht in den Bereich unserer Untersuchungen;¹⁾ die geologische völlig unerforschte Ostcordillere kommt hier auch nicht weiter in Betracht; dagegen müssen wir noch Einiges über die Lage und den Bau der centralen Vulkanberge beifügen.

Die drei Hauptflüsse, welche den Río Mira bilden, entspringen nngefähr unter denselben Breitengrade, auf dem Quergebirge, welches das Becken von Ibarra von dem

¹⁾ Siehe darüber: B. I. S. 1—68 oder den Separatabdruck: M. Helowsky: Die Gesteine der equatorianischen Westcordillere von Tulean bis zu den Escaleras-Bergen. Berlin 1892.

von Quito, also vom Flusssystem des Rio Guañabamba trennt. Der westliche Quellfluss, der Rio Ambi (im obersten Theil Rio blanco genannt), fließt dem Fusse der Westcordillere entlang; der östliche, der Rio Chota, fließt zwischen der Ostcordillere und der Cordillere de Angochagua und bespült weiter unten, nach Westen umbiegend, den Fuss des Páramo del Boliche; der mittlere, der Rio Tagnando, theilt den vom Ambi und vom Chota umflossenen centralen Theil des Beckens in zwei Hälften und vereinigt sich mit dem Rio Ambi kurz vor dessen Zusammenfluss mit dem Chota. Diese drei Flüsse zusammen bilden am unteren Ende des Beckens, am Fusse des Páramo del Boliche, den Rio Mira, welcher dann in einem tiefen Thale die Westcordillere in nordwestlicher Richtung durchbricht und sich nach langem Laufe auf der columbianisch-ecuatorianischen Grenze in den stillen Ocean ergießt.

Im Quellgebiet des Rio Ambi gliedert sich der Mojanda (4294 m) an die von der Westcordillere ansteigenden Escaleras- oder Chanchagran-Berge (3753 m) an und erstreckt sich, quer zu jener, mit seiner längeren Achse von W nach O in der Richtung zum Cayambe. Mehr nach N in die Länge gestreckt folgt der Cusin (4012 m). Sein westlicher Fuss berührt im Sattel von Cajas (3100 m) den östlichen des Mojanda, während sein östlicher Fuss mit einer etwa 3300 m hohen Páramo-Region, die bis zur Ostcordillere hinüberläuft, in Verbindung steht. Südlich schließt sich dieser Fuss an den Cayambe, nördlich aber an das Angochagua-Gebirge an.

Auf diesem, die Provinzen Imbabura und Pichincha trennenden Hochplateau nimmt der Rio Taguando seinen Ursprung, welcher, wie schon bemerkt, den centralen Theil des Ibarra-Beckens in zwei Hälften theilt. Die östliche Hälfte wird fast ganz von der gegen 20—30 km langen Cordillera de Angochagua eingenommen, und in der westlichen Hälfte erhebt sich isolirt der hohe Kegel des Imbabura (4582 m). Mojanda, Cusin und Imbabura bilden ein Dreieck, von dem der letztere die nördliche Spitze und die beiden ersteren die Endpunkte der südlichen Basis darstellen. Da wo die Abhänge der drei Berge zusammenstossen, erhöhte sich das Land, es wurde ein intercolliner Raum gebildet, in dessen Grund die von den Bergen abfließenden Gewässer sich anstauen mußten, ehe sie, an der niedersten Stelle überfließend, mit dem Quellgebiet des Rio Ambi sich vereinigen konnten. Der so gebildete See, die in 2697 m Meereshöhe gelegene Laguna de San Pablo, ist einer der schönsten und grössten des ecuatorianischen Hochlandes. Der Cayambe (5840 m), der Ostcordillere direkt aufgesetzt, steht bereits ausserhalb des Ibarra-Beckens und schaut nur noch mit seiner Nordseite in dasselbe hinüber. Er bildet gleichsam den nordöstlichen Eckthurn der Umwallung des Quito-Beckens, und alle seine Abhänge, mit Ausnahme der östlichen und nördlichen, bringen ihren Tribut dem Rio Guañabamba zu.

Jeder der fünf angeführten Vulkane hat seinen eigenen Typus, alle aber haben das Gemeinsame, dass das lose Ausbruchsmaterial an dem Aufbau derselben eine untergeordnete Rolle spielt, dass dagegen die unzähligen, in pseudoparalleler Lagerung übereinander geschichteten Lavaströme die Hauptmasse der Berge bilden. Zudem kommt, dass in den langen Zeiträumen, welche der Aufbau der mächtigen Berge beanspruchte, die Ausbruchscentren wechselten, d. h. dass jeder einzelne Berg aus einer Anzahl kleinerer, z. Th. übereinander, z. Th. nebeneinander entstandener Hügel oder Berge besteht, die durch darüber abgelagerte Lava, Schlacken und Tuffe späterer Ausbrüche umhüllt und zu einem Ganzen verschmolzen sind. Daher kommt es, dass die Formen fehlen, wie sie am Fusijama oder dem Pico der Azoren in idealster Weise ausgebildet sind, ja dass die Gehänge nicht einmal Linien aufweisen, die sich in Bezug auf Schönheit und Gleichmässigkeit mit dem Vesuv und der Somma vergleichen lassen.

Nach der allgemeinen Charakteristik möge noch in Kurzem auf die besondern Eigenthümlichkeiten jedes einzelnen der hier zu betrachtenden Berge hingewiesen werden.

Der *Cayambe* mit einer absoluten Höhe von 5840 m ist der dritthöchste Berg Ecuadors und steht nur um 470 m hinter dem Chimborazo zurück, mit welchem er übrigens bezüglich seines majestätischen Anblicks, wie seiner starken Vergletscherung wohl in Vergleich gesetzt werden kann. Steil und pyramidenartig erhebt sich der schneebedeckte Gipfel auf einer breiten und weniger steil ansteigenden vulkanischen Basis, wie auf einem Postament, welches seinerseits dem breiten, etwa 4000 m hohen Rücken der altkrystallinischen Ostcordillere aufsitzt. Sein Nordfuss ruht auf dem über 3000 m hohen, nach dem Angochagua-Gebirge sich erstreckenden Páramo; gegen Westen ergiessen sich seine Lavcn in breitem flachen Abfall gegen das Písque-Thal nach dem Becken von Quito bis jenseits des in 2864 m gelegenen Dörfchens Cayambe; gegen Süden fällt sein Abhang rasch zu der vom Rio de Guachalá durchflossenen Einsenkung, welche das Gebiet des Cayambe von dem der Pambamarca-Berge trennt; während gegen Osten seine Ausbruchsmassen direkt die krystallinischen Schiefer überfluthen. Der Cayambe scheint aber nicht dem höchsten Kamm der alten Ostcordillere aufgesetzt, sondern etwas gegen Westen vorgeückt zu sein. Bei dem feuchten Klima, welches die Ostcordillere beherrscht, sind die Abhänge bis hoch hinauf dicht mit Páramovegetation bedeckt, und nur in den wenig tiefen Wasserrissen treten anstehende Gesteine zu Tage. Erst in den höheren, steil aufsteigenden Thälern des Gebirges werden die Aufschlüsse reichlicher. Bis beinahe 4100 m ziehen aber einzelne Gletscher herab, und von 4600 bis 4700 m an ist der ganze Berg mit Schnee und Eis bedeckt, so dass über den Bau des höchsten, über 1000 m hohen Theils keinerlei Beobachtungen vorliegen. Nur aus den Schnittmassen, welche am unteren

Ende der Gletscher und Firnfelder die steilen Abhänge bedecken und dort die sogenannten „Arenales“ bilden, können wir schliessen, dass in diesen, der geologischen Untersuchung unzugänglichen Theilen des Cuyambe Schlacken und lose Auswurfsmassen, zu welchen auch merkwürdige, bombenähnliche Stücke gehören, keineswegs fehlen. Ueberall aber, wo eine direkte Beobachtung möglich ist, zeigt sich der Berg als aus Lavabänken verschiedener Dicke und verschiedener Neigung aufgebaut. Der Cuyambe eröffnet von Norden her die lange Vulkanreihe der Ostcordillere Ecnadors, welche zwei Breitgrade südlicher mit dem immer thätigen Sangay abschliesst.

Neben dem gewaltigen Cuyambe nehmen sich die Berge des Ibarra-Beckens, so bedeutend sie an und für sich auch sein mögen, fast unscheinbar aus, denn keiner von ihnen, mit Ausnahme des uns hier nicht beschäftigenden Cotacachi, reicht in die Region des ewigen Schnees hinauf. Sie sind alle bis zu ihren Gipfeln mit, wenn auch oft spärlicher Páramo-Vegetation bestanden, und wo Gestein zu Tage tritt, macht es bei seiner dunkeln Färbung einen düsteren Eindruck.

Der **Mojanda**, auf der Grenze zwischen dem Becken von Ibarra und dem von Quito gelegen, stellt sich von Norden gesehen als ein Dom, von Süden aus als mächtiger, flacher Kegel dar. Von der Ausdehnung des Gebirges kann man sich einen Begriff machen, wenn man bedenkt, dass die auf dem Gipfel eingesenkte Caldera, bei einer Tiefe von 4—500 m einen nordsüdlichen Durchmesser von 6700 m und einen ostwestlichen von etwa 4500 m aufweist,¹⁾ d. h. dass, um in der Luftlinie von dem einen Kraterande zum gegenüberliegenden zu gelangen, man eine gute Stunde marschiren müsste. Städte wie Dresden, Frankfurt a. M., Köln oder München, also Städte von 2—300 000 Einwohnern, würden reichlich Platz auf dem Raum finden, welchen die Kraterumwallung umschliesst. Dieselbe kann, ihrem Umfange nach, etwa mit der Rocca montina verglichen werden, oder mit der etwas kleineren Kraterensenkung des Kiläuea. Der Grund des Calderabodens liegt in etwa 3700 m Meereshöhe, die Umwallung erhebt sich durchschnittlich zu etwa 4000 m Höhe, während ihre höchste Spitze, im Fuya-fuya, 4294 m erreicht. Die Umwallung bildet schroffe Felswände, in welchen feste Lavabänke, neben untergeordnet auftretenden Schlacken und Tuffmassen vorherrschen, das Ganze ist hier und da von Gängen durchsetzt. Aus dem südlichen Theil des Calderagrundes erhebt sich der etwa 400 m hohe Golongal (4145 m), im nördlichen Theile dehnt sich die Seefläche der Guarmicocha aus, während kleinere Wasseransammlungen die Seen von Caricocha und der Rinconada bilden. Die ganze grosse Kraterensenkung entwässert nach dem Guallabamba zu, indem der Rio del Desaguadero, der Abfluss der

¹⁾ Nach trigonometrischen Messungen von W. Reiss.

Gnarnicocha, die Aussengehänge des Fuyafuya umzieht, um sich mit dem ans dem tiefen südlichen, La Abra genannten Einschnitt der Umwallung kommenden Rio Chiriyacn zu vereinigen. Es kommen trotzdem die der Mojanda-Caldera so reichlich zufällenden Niederschläge dem Ibarra-Becken zu Gute, indem durch eine grosse, nahe seinem Austritt aus der Guarnicocha ansetzende Wasserleitung die Wasser des Rio Desaguadero nach den Tuffflächen von Otavalo und San Pablo geführt werden.

Von Ost nach West ist der Mojanda langgestreckt und namentlich sind seine Ostabhänge flach und allmählich verlaufend, während die gegen West in rascherem Abfall, nach dem Sattel gegen die Escaleras-Berge zu, sich senken.

Sehr verschieden aber sind die Nord- und Südabhänge des Gebirges gestaltet:

Im Norden steigt der Lavadom aus dem höchsten Theile des in seinem Grunde mit mächtigen Tuffmassen erfüllten Ibarra-Beckens auf — wie weit sein Fuss unter der Tuffbedeckung fortsetzt, lässt sich nicht erkennen — er erscheint deshalb nur als ein Dom von etwa 1600 m Höhe, dessen Flanken zwar von zahlreichen, aber nirgends tief einschneidenden Wasserrissen durchfurcht sind. Im Süden dagegen senkt sich der Fuss des Mojanda nach dem nördlichen, tiefsten Theile des Beckens von Quito. Gewaltige Tuffmassen, zwischen welchen nur vereinzelt Lavaströme auftreten, sind ihm hier von etwa 3000 m Höhe ab angelagert. Durch tiefe, schroffe Schluchten zerrissen, ist die ganze Tuffmasse in viele unregelmässig geformte Plateaus zertheilt, auf welchen im untern Theil die hellgrünen Zuckerrohrfelder das sonst kahle, wenig farbenreiche Bild beleben. Auf diesen Tuffplateaus, welche einen herrlichen Blick auf das Becken von Quito und die es umgebenden Vulkane gewähren, lagen, bei Cochasqui und Tanlagua, die nördlichen Endstationen der grossen, von den französischen Akademikern ausgeführten Gradmessung.

Die 300 und manchmal bis 400 m tief eingegrabene Schlucht des Rio Pisque und Gnaillabamba durchschneidet mit schroffen, blendenden Wänden die gewaltige Tuffablagerung, den Fuss des Mojanda von dem Grund des Quito-Beckens trennend. Der Nordrand der Schlucht, also die Südabhänge des Mojanda, senkt sich von 2500 m im Osten bei Cochasqui, zu 1800 m im Westen, bei Perucho, während der Thalweg des Rio Pisque und Rio Gnaillabamba von 2086 m bis 1565 m herabgeht. Von Süden, oder gar von Südwest aus gesehen, bietet somit der Mojanda einen gewaltigen Anblick, denn man übersieht seine ganze Höhe von 1800 m bis zu den 4294 m hohen Gipfeln des Fuyafuya, also in einer vertikalen Ausdehnung von etwa 2500 m.

Ein so ausgedehntes verhältnissmässig flaches Gebirge — denn einen Berg kann man den Mojanda kaum mehr nennen — kann nur durch viele über eine grosse Fläche

vertheilte Ausbrüche aufgebaut sein. Allerdings tritt dieser zusammengesetzte Bau in den äusseren Formen nicht mehr zu Tage: Die einzelnen Theile sind durch die Ausbruchsmassen der Gipfeleruptionen zu einem einheitlichen Ganzen verschmolzen, ganz abgesehen davon, dass durch die mächtige Tuffumlagerung der grösste Theil des Berges verhüllt ist. Aber im innern Bau, so wenig uns derselbe bei dem Mangel an tiefen Schichten und Wassertissen auch aufgeschlossen ist, lässt sich deutlich die Verschiedenartigkeit des Aufbaues erkennen, denn während rings um Mojanda typische Pyroxenandesite herrschen, treten an dem tiefsten erschlossenen Punkt seiner Basis, zwischen der Hacienda Alchipich und dem Dorfe Perucho, also am Abhang nach dem Rio Guailahamba, helle Amphibol-Dacite auf, und auch der höchste Gipfel der Kraterumwallung, der Fuyafuya, sowie der Ausbruchskegel im Kratergrunde, der Golongal, bestehen aus ähnlichem Gestein. Die extremsten Glieder der Andestreihe treten hier nebeneinander auf und machen den durch seine grosse Caldera ausgezeichneten Berg auch petrographisch interessant und merkwürdig.

Der Imbabura, von geringerem Umfang, aber grösserer absoluter Höhe wie der Mojanda, bildet, von wo man auch das Ibarra-Becken übersehen mag, einen der charakteristischsten Züge des Landschaftsbildes. Seine isolirte Lage, seine schroffen Felsformen, die düstere Farbe seiner Abhänge und Gesteine prägen sich unauslöschlich ein. Ueber einem grasbewachsenen, aus radial zusammengestellten Rücken bestehenden Unterban erhebt sich eine trotzig steil aufragende Felspyramide mit zackigem Gipfelkranz, so dass der ganze Berg eine unregelmässig kegelförmige Gestalt gewinnt. Sein Fuss ruht im Süden auf dem Plateau von San Pablo (2726 m) und senkt sich im Norden bis gegen die Stadt Ibarra (2225 m), so dass also der 4582 m erreichende Berg, von Norden gesehen, 2350 m, von Süden aus aber nur 1885 m hoch erscheint.

In der steilen Gipfelpyramide ist ein schroffer Krater eingesenkt, der, gegen Osten offen, mit einer alten Calderaartigen Vertiefung, dem Hondon (3903 m), in Verbindung steht. Die Gestalt des Berges zeigt deutlich, dass mehrere Ausbruchsberge zu dem breiten Unterban vereinigt sind, auf welchem der höchste Kegel durch spätere Ausbrüche aufgebaut wurde; ja einer dieser Ausbruchsberge, der Cerro Asaya, nur zum Theil mit dem Unterbau des Imbabura verschmolzen, tritt gegen Südost deutlich hervor. Sein 3884 m hoher Gipfel trägt eine 134 m tiefe Kratereinsenkung, auf deren Boden sich die Regenwasser zu einem kleinen See angesammelt haben. Der Imbabura weist im oberen Theil seiner unteren Abhänge tiefere Einschnitte auf, die aber wohl eigentlich keine Wassertisse sind, sondern wesentlich durch den Bau des Berges bedingt werden; sie sind wie die Abhänge mit Páramograss bedeckt, so dass nur an der Ostseite, in dem Hondon und im Gipfelkrater, tiefer gehende Aufschlüsse sich finden.

Aus diesen und den vereinzelt Beobachtungen an den äusseren Abhängen lässt sich folgern, dass vorherrschend Laven in mehr oder minder den Gehängen paralleler Lagerung und nur untergeordnet Schlacken- oder Tuffmassen den Berg zusammensetzen. Die Laven- und Schlackenbänke werden namentlich in den Felsen der Kraternumwallung von Gängen durchsetzt.

An den Imbabura schliessen sich gegen Südwest einige kleinere Ausbruchsberge an, so der 3882 m hohe *Cuvileche* mit einer etwa 80 m tiefen Kratereinsenkung; dann die *Cocha-Loma* mit einem 80 m tiefen Krater und schliesslich der *Cunru*, dessen Kraterbecken nur 20 m Tiefe besitzt. Der Kratergrund jeder dieser drei Berge wird durch Ansammlung der Tagewasser zu kleinen Seen gestaltet. Am Fusse des *Cunru* liegt noch ein kleiner See, *San Francisco-Cocha*, in einer etwa 60 m tiefen Einsenkung.

Der *Cusin* oder *Cerro de San Pablo* erreicht nur die Höhe von 4012 m (1315 m über dem See von *San Pablo*). Er stellt den Typus eines *Caldera-Berges* dar, d. h. einen ziemlich flachen, von einem umfangreichen, gegen Westen offenen Krater ausgehöhlten Dom. Die Aussenseite ist ganz ähnlich wie der Unterbau des *Mojanda*. Nach Innen fallen die Wände der Umwallung steil in das tiefe Kesselthal (2770 m) ab, so dass man in den anstehenden Lavabänken den inneren Bau des Berges gut studiren kann. In dieser *Caldera* ist die ursprüngliche Kraterform durch die Thätigkeit der Gewässer schon bedeutend verändert, wie auch das weite, aus der *Caldera* führende Thal die Wirkung der Erosion verräth. Die petrographische Zusammensetzung des *Cusin* ist einförmig, und äusserlich gleichen die Gesteine denen des benachbarten *Imbabura*. Dass aber auch an diesem, zu den älteren Gebilden des *Imbabura-Beckens* zu rechnenden Berge die vulkanische Thätigkeit noch nicht ganz erloschen ist, das zeigt der kleine an seinem Ostfluss gelegene Ausbruchskegel *Muy-urcu*.

Während *Mojanda*, *Imbabura* und *Cusin* als selbständige, so zu sagen individualisirte Gebilde auftreten, kann man dasselbe von der *Cordillera de Angochagua* nicht behaupten; hier ist entweder eine grosse Anzahl linear angeordneter Ausbruchspunkte zu einem unregelmässigen Längsrücken verbunden, oder aber ein Sporn der Ostcordillere ist von vulkanischen Ausbruchsmassen bedeckt und begraben worden. Im Uebrigen gehört die *Cordillera de Angochagua*, nach der Tiefe der Wasserrisse und der Verwitterung der Gesteine zu urtheilen, mit den *Escaleras-Bergen* zu den ältesten vulkanischen Ablagerungen des *Ibarra-Beckens*. Der aus vielen Gipfeln, theils schroffen Zacken, theils abgerundeten Kuppen bestehende Kamm des Zuges erhebt sich im unteren Theil, *Ibarra* gegenüber, zu etwa 3500 m, dagegen im oberen Theile,

nahe seinem Anschluss an die Ostcordillere und den Cayambe, zu mehr als 4000 m absoluter Höhe.

Uebrigens ist dieses Gebirge noch viel zu wenig erforscht, als dass man sich ein Urtheil über seine Bildungsart gestatten dürfte. Auch die Ergebnisse der petrographischen Untersuchungen müssen fragmentarisch bleiben, da nur verhältnissmässig wenige Handstücke von der Westseite des Gebirges, von seinen centralen und östlichen Theilen aber gar keine vorliegen.

Mineralogisch - petrographische Untersuchungen.

Die hier vorliegenden Gesteine gehören ausschliesslich der Gruppe der Andesite und Dacite an. Am zahlreichsten sind vertreten die Pyroxen-Andesite; sie machen etwa die Hälfte der Handstücke aus. Ihnen folgen der Zahl nach die Amphibol-Andesite; nur ein kleiner Theil des Materials wurde als Amphibol-Pyroxen-Andesit bestimmt; Dacite liegen in etwa 60 Handstücken vor.

Die Andesite und Dacite sind im Allgemeinen deutlich porphyrisch entwickelt. In ihrer Färbung wechseln sie zwischen rothen, gelben, zuweilen auch grünlichen Tönen, bei Weitem vorherrschend sind aber hell- bis dunkelgraue Farben. Bezüglich der Festigkeit ihres Gefüges verhalten sich die Gesteine sehr verschieden, die einen sind fest mit fast splittrigem Bruch und klingen hell beim Anschlagen mit dem Hammer, die anderen sind locker, mürb und zerreiblich. Im Grossen und Ganzen sind dieselben vollständig frisch, und nur sehr wenige verwitterte Varietäten, die nicht mit Erfolg mikroskopisch untersucht werden konnten, liegen vor. Bezüglich der die Gesteine zusammensetzenden Mineralien sollen diese im Folgenden zusammen behandelt werden, da tief gehende Verschiedenheiten derselben bei den einzelnen Gesteinen nicht auftreten. Nach Beschreibung der einzelnen Mineralien werden die Gesteine nach dem Charakter ihrer Einsprenglinge und, soweit dies nothwendig erscheint, nach Fundpunkten gesondert eingehend charakterisirt werden.

A. Die die Gesteine zusammensetzenden Mineralien und die bei jenen in Betracht kommenden Grundmassen.

1. Feldspath.

In den Andesiten und Daciten bildet der Feldspath bei Weitem die grösste Menge des Gesteins. Er gehört ausschliesslich der Reihe der Kalk-Natron-Feldspathe an. Er ist stets vollkommen frisch und zeigt weisse Farbe, die nur zuweilen durch infiltrirtes Eisenoxydhydrat in gelbe und rüthliche Töne übergeht, vielfach ist er auch klar und durchsichtig. Er erreicht, besonders in den Daciten, zuweilen eine Grösse von 1 cm, meist aber schwankt er in den Grenzen von 2—5 mm. Die Krystalle sind im Allgemeinen recht gut entwickelt, aber ihre Flächen selten makroskopisch zu bestimmen, da sie sich der Beschaffenheit der Gesteine wegen nicht aus der Grundmasse herauspräpariren lassen. Es sind meist nach der λ -Achse wenig gestreckte, kurz säulenförmige oder nach $\infty P^{\infty} (010)$ dickplattige Krystalle. Im Dünnschliff lassen sich vielfach die Formen $M. \infty P^{\infty} (010)$; $P. o P. (001)$; $y. 2 P. \infty (201)$; $x. P. \infty (101)$; $T. \infty P. (110)$ und $l. \infty P. (110)$ erkennen. Die kleinen Feldspathe der Grundmasse zeigen meist nur die Formen $\infty P^{\infty} (010)$; $o P (001)$; und $2 P. \infty (201)$.

Der Feldspath ist durchweg sowohl als Einsprengling wie auch als Grundmassenbestandtheil zonar aufgebaut.

Der optischen Untersuchung zu Folge ist der Kern der Krystalle meist ein der Labrador-Bytownit- oder gar Anorthit-Reihe angehöriger Plagioklas, der dann nach aussen zu allmählich in einen saureren — bis zum Oligoklas — übergeht, in einigen Fällen gar Albit wird. Zuweilen tritt auch in dem zonaren Aufbau der Krystalle Rekurrenz der Bildung ein, so dass sich um saure Zonen wieder solche von basischem Charakter legen, welcher Vorgang sich sehr oft wiederholen kann.¹⁾

Von Zwillingsgesetzen ist weitaus am meisten das Albitgesetz verbreitet. Zwillinge nach dem Karlsbader- und nach dem Periklingesetz sind nicht grade selten, treten aber bei der Häufigkeit der Albitzwillinge vollständig zurück. Bavenoëre-Zwillinge konnten nur in zwei Schnitten mit einiger Sicherheit, Basiszwillinge überhaupt nicht beobachtet werden.

Bei der Untersuchung der Feldspathe war das Hauptbestreben darauf gerichtet,

¹⁾ Siehe hierüber: Bd. I, p. 101—100 oder den Separatabdruck: R. Herz: Die Gesteine der ecuatorialischen Westcordillere von Palangana bis Guagua-Pichincha. Berlin 1894. p. 31—39.

einen möglichst genauen Einblick in die Natur derselben, namentlich der Grundmassenfeldspathe zu gewinnen; es wurde daher eine grosse Anzahl von Schnitten, in denen die Feldspathe zur Untersuchung günstig getroffen waren, genau untersucht.

Diese Bestimmungen wurden theils nach der gebräuchlichen Methode der Messung der Auslöschungsschiefen auf M (010) oder P (001) gegen die Kante P.M., theils nach der kürzlich von F. Fouqué¹⁾ angegebenen vorgenommen.

Letztere Methode wurde hauptsächlich bei der Untersuchung der Grundmassenfeldspathe angewandt. Der Grund hierzu liegt in dem Umstande, dass die Grundmassenfeldspathe meist einfache, nicht verzwilligte Individuen sind, bei denen man also weniger Anhalt hat, ob der betreffende Schnitt, den man untersucht, nach einer der charakteristischen Flächen, P (001) oder M (010), getroffen ist, wogegen es natürlich immer mit Bestimmtheit zu sagen ist, ob das Interferenzbild eines Schnittes, in diesem Fall das Kurvensystem um eine Mittellinie, annähernd oder genau centrisch liegt. Die Schnitte parallel M wurden erkannt an der Abwesenheit der Albitlamellen bei besonders schönem Hervortreten der Zonarstruktur und als solche sicher konstatirt dadurch, dass die Winkel der Spuren von P gegen x, y oder T und l gemessen wurden.

Hierzu ist jedoch zu bemerken, dass es in vielen Fällen mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln zur optischen Untersuchung schwer oder überhaupt nicht zu entscheiden ist, ob man Schnitte senkrecht zu einer der Mittellinien oder solche parallel der Achsen-Ebene vor sich hat. Ueberschreitet der Winkel der optischen Achsen eine gewisse Grösse, so ist das Interferenzbild, welches im monochromatischen Licht auftritt, schwer von dem Kurvensystem zu unterscheiden. Das Schnitte parallel der Achsen-Ebene liefern. Diese Hindernisse, die der richtigen Erkenntniss der optischen Verhältnisse im Wege stehen, können jedoch durch den kürzlich von C. Klein angegebenen Drehapparat für Dünnschliffe²⁾ in sehr vielen Fällen überwunden werden.

Auf den folgenden Seiten gebe ich eine Reihe der sichersten von den angestellten Messungen in einer Tabelle zur Uebersicht:

¹⁾ Bulletin de la Société française de minéralogie. 1894 tome XVII, p. 283–611. F. Fouqué: Contribution à l'étude des feldspaths des roches volcaniques.

²⁾ C. Klein: Ein Universal-drehapparat zur Untersuchung von Dünnschliffen in Flüssigkeiten. Sitz.-Ber. Akademie d. Wiss. Berlin 1893, p. 1154.

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.
Auslöschungschiefe auf					Neigung der Achsen-Ebene gegen Spur von				Charakter des Feldspathes, an der der Schmitt senkrecht orientiert ist			Werthe der Auslöschungs-schiefen nach Fouquet	
P.		M.				M.		P.					
innen	außen	innen	außen	innen	außen	innen	außen	innen	außen	Charakter des Minerals, an welcher der Schmitt senkrecht orientiert ist	Charakter des Feldspathes		
40		— 35		— 10								$Ab_1 An_{12} - Ab_2 An_2$	
41		— 29	— 16	— 10								$Ab_1 An_2 - Ab_2 An_2$	
42 G		— 26		— 8								$Ab_1 An_2 - Ab_2 An_2$	
43 R		— 28		+ 2								$Ab_1 An_2 - Ab_2 An_2$	
44		— 26	— 15	0								$Ab_1 An_2 - Ab_2 An_2$	
45 G		— 19		0						+		$Ab_1 An_2 - Ab_2 An_2$	
46		— 13		0								$Ab_1 An_2 - Ab_2 An_2$	
47 G		— 34		+ 20								$Ab_1 An_{12} - Ab_2$	
48		— 29		— 8								$Ab_1 An_2 - Ab_2 An_2$	
49	— 30											$Ab_1 An_{12}$	
50	— 35											An	
51		— 13		0								$Ab_1 An_2 - Ab_2 An_2$	
52 R		— 32	— 22	0								$Ab_1 An_2 - Ab_2 An_2$	
53			— 10									$Ab_1 An_2$	
54			— 33									$Ab_1 An_2$	
55		— 20		— 4								$Ab_1 An_2 - Ab_2 An_2$	
56						63				—		Labrador — Andesin	60 — 66
57 R		— 25	— 22	— 14	+ 10							$Ab_1 An_2 - Ab_2 An_2$	
58 G						55			—	a		Anorthit	55° 30'
59 G								41 21 15	+	e		Bytownit — Albit	42 — 19° 30'
60 G						65			—	a		Andesin	66
61 G						59			—	a		Labrador-Bytownit	58° 30'
62 G						54			—	a		Anorthit	55° 30'
63 G	— 19											$Ab_1 An_2$	
64 G						58			—	a		Labrador-Bytownit	58° 30'
65 G		— 40	— 16	+ 20								An — $Ab_2 An_2$	
66 G		— 36	— 20	+ 5								$Ab_1 An_2 - Ab_2 An_2$	
67 G		— 26		0								$Ab_1 An_2 - Ab_2 An_2$	
68								17 10	+	e		Labrador — Andesin	22 — 9
69 G									+	a		Labrador	60
70						64			—	a		Andesin	66
71 G R								31 17	+	e		Labrador-Bytownit — Andesin	33 — 9
72						63			—	a		Labrador — Andesin	66 — 60
73 G		— 20		— 5								$Ab_1 An_2 - Ab_2 An_2$	
74 G								17	—	e		Labrador	22
75 G								26	—	e		Labrador	22
76 G			— 21									$Ab_1 An_2$	
77 G								18 20	+	e		Labrador	22
78 G						54			—	a		Anorthit	55° 30'

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII. VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.
Auslöschungsschiefe auf						Neigung der Achsen-Ebene gegen Spur von				Charakter der Mineralien, zu welchen die Feldspathen zugeordnet sind	Charakter des Feldspaths	Werthe der Aus- löschungs- schiefe nach Fouqué
P.		M.		M.	P.							
innen	außen	innen	außen		innen	außen	innen	außen				
79						54				a	Anorthit	55° 30'
80	G						37 20 9	+	c	Labrador-Bytownit	Andesin	33 — 9
81						75				a	Andesin-Oligoklas	75
82	R		— 34	— 26	— 12	0					Ab ₁ An ₂ — Ab ₂ An ₁	
83	G					60				a	Labrador	60
84	G					63				a	Labrador — Andesin	60 — 62
85						59				a	Labrador	60
86	G					62				a	Labrador	60
87	G		— 18			— 3					Ab ₁ An ₂ — Ab ₂ An ₁	
88						59				a	Labrador-Bytownit	58° 30'
89							46 14	+	c	Anorthit — Andesin		48 — 9
90	G					61 70				a	Labrador — Andesin	49 — 66
91	G		— 31	— 14		— 3					Ab ₁ An ₂ — Ab ₂ An ₁	
92	G R		— 36	— 25	— 15	— 8					An — Ab ₁ An ₂	
93	G		— 9			0					Ab ₁ An ₂ — Ab ₂ An ₁	
94	G R		— 22			— 6					Ab ₁ An ₂ — Ab ₂ An ₁	
95	G					65				a	Andesin	66
96	G						28 9	+	c	Labrador-Bytownit	Oligoklas-Albit	33 — 10° 30'
97	G						34 7	+	c	Labrador-Bytownit	Oligoklas	33 — 5
98	G						31 7	+	c	Labrador-Bytownit	Oligoklas	33 — 5
99	G			0							Ab ₁ An ₁	
100	G R		— 36	— 28	— 15	— 5					An — Ab ₁ An ₁	
101	G						43	+	c	Bytownit		42
102	G						16 5	+	c	Labrador	Andesin-Oligoklas	22 — 3
103						55 63				a	Anorthit — Labrador	55° 30' — 60
104	G	— 30									Ab ₁ An ₁	
105	G					57 66				a	Bytownit — Andesin	57 — 66
106						55 70				a	Anorthit — Andesin	55° 30' — 66
107	G					58 73				a	Labrador-Bytownit — Andesin-Oligoklas	58° 30' — 75
108	G						43 28 105	+	c	Bytownit	Oligoklas	42 — 5
109	G		— 24	— 7		+ 14					Ab ₁ An ₂ — Ab ₂ An ₁	
110	G						43	+	c	Bytownit		42
111	G		— 28	— 15	0	+ 6					Ab ₁ An ₂ — Ab ₂ An ₁	
112	R		— 26	— 31	— 16	— 7 + 4					Ab ₁ An ₂ — Ab ₂ An ₁	
113	R		— 32	— 9		+ 15					Ab ₁ An ₂ — Ab ₂ An ₁	
114			— 24			— 20					Ab ₁ An ₂ — Ab ₂ An ₁	
115						61				a	Labrador	60

Erläuterungen zur Tabelle:

Jede Horizontal-Reihe bringt die Beobachtung an einem Krystalldurchschnitt.

Die zwischen zwei dickeren Strichen befindlichen Horizontal-Reihen beziehen sich auf Durchschnitte aus ein und demselben Präparat.

Gehört der Feldspath den Einsprenglingen an, so ist keine weitere Bezeichnung angebracht, ist er Grundmassenbestandtheil, so ist er in Kolonne Nr. II mit „G“ bezeichnet.

Stehen die Zahlen, welche den Grad der Auslöschungsschiefen oder die Neigung der Achsen-Ebene gegen die charakteristischen Richtungen angeben, in der Mitte zwischen zwei Kolonnen, so geben dieselben das Mittel der Werthe von Kern und Hülle des Krystalldurchschnittes.

Die verschiedenen Zahlenwerthe in den nicht getrennten benachbarten Kolonnen charakterisieren den zonaren Aufbau des Krystalls; Rekurrenz ist in Kolonne II mit „R“ angezeigt.

In der Kolonne XIV sind die Werthe der Schiefen der Spuren der Achsen-Ebenen gegen die charakteristischen Richtungen aufgeführt, welche F. Fouqué in der oben citirten Arbeit für die betreffenden Plagioklasse angibt. Das — hat hier die Bedeutung wie in Kolonne XIII.

Wenn in Kolonne VII—X die Neigung der Spur der Achsen-Ebene gegen die Richtung der Kante P/M in zonar angebauten Krystallen und zwar für die verschiedenen Zonen in ein und demselben Schnitt angegeben wird, so liegt darin eine gewisse Ungenauigkeit, da die betreffende Mittellinie ja nicht zugleich in dem basischen, mittleren und saureren äusseren Theil senkrecht zur Schnittfläche liegen kann. Genau genommen bezieht sich daher immer nur einer der Werthe auf eine Zone, in der das Curvensystem um die Mittellinie wirklich centrisch liegt, die anderen Werthe geben nur die Auslöschungsrichtung der anderen Zonen an.

In nachfolgender Liste sind die Fundpunkte der Gesteine, aus denen die angeführten Schnitte stammen, zusammengestellt. Unter No. 1—55 erscheinen Pyroxen-Andesite; unter 56—115 wesentlich andere andesitische Gesteine.

- | | | |
|--------|----------|---|
| 1. | Mojanda. | Felsen unter den mächtigen Tuffmassen am Puente de Turu, 1728 m anstehend am Rio Guallabamba. Pyroxen-Andesit. |
| 2. | „ | Lava am Ostufer der Caricocha am Fuss des Santo Domingo. Pyroxen-Andesit. |
| 3—4. | „ | Wohl von derselben Lava wie No. 2. Ostufer der Caricocha. Pyroxen-Andesit. |
| 5—7. | „ | Block aus dem Schlackenagglomerat des Yana-urcu. Innere Umwallung des Circus. Pyroxen-Andesit. |
| 8—12. | „ | Lavablock in dem Schlackenagglomerat des Yana-uren, Caldera-Umwallung. Pyroxen-Andesit. |
| 13. | „ | Grosser Lavablock von der N.N.O.-Umwallung von den S. Miguelbergen herabgestürzt. Guarmicocha. Pyroxen-Andesit. |
| 14—16. | „ | Lava der Nordumwallung nahe vor S. Roque. Guarmicocha. Pyroxen-Andesit. |
| 17. | „ | Dichte Varietät der Lava, welche horizontal liegend den oberen Rand der N.N.W.-Caldera-Umwallung bildet. Zwischen Desaguadero und S. Roque. Guarmicocha. Pyroxen-Andesit. |
| 18. | „ | Porphyritartige Varietät der Lava No. 17. Horizontale Lava auf der Cumbre zwischen Desaguadero und S. Roque. N.N.W.-Umwallung der Caldera. Guarmicocha. Pyroxen-Andesit. |

19. **Mojanda.** Eutaxitische Varietät der Lava No. 17. Cumbre zwischen Desaguadero und S. Roque N. N. W.-Umwallung der Caldera. Pyroxen-Andesit.
- 20–21. **Imbabura.** Block, Wasserfall; Grund der Caldera. 3950 m. Pyroxen-Andesit.
- 22–23. „ Vom linken Caldera-Gelände im oberen Theil. 4100 m. Pyroxen-Andesit.
24. „ Linke Seite im Hintergrund der Caldera. Pyroxen-Andesit.
25. „ Geröll aus der Quebrada seca. 3665 m. Pyroxen-Andesit.
26. „ Südwest-Seite; Block aus der Quebrada zwischen Asaya und Ilman. Pyroxen-Andesit.
- 27–30. „ Am Ausfluss der Lagune von S. Pablo. Mächtige Lava, in Tuff eingelagert, die Chorrera de Peguche bedingend. Pyroxen-Andesit.
31. „ Dünne, plattenförmige Lava über der Chorrera de Peguche, von der darunter liegenden Lava No. 27–30 durch Tuff getrennt. Pyroxen-Andesit.
32. „ Von dem kleinen Kegel am S. S. W.-Fuss, bei Peñadillas, an der Lagune von S. Pablo. Pyroxen-Andesit.
- 33–34. „ West-Seite; Block aus der Quebrada de agua larga de Jaramilla. Weg von Peguche nach Esperanza N. von Ilman. Pyroxen-Andesit.
35. **Cuvilche.** Nord-Fuss. Aus der Quebrada grande, nahe der Hacienda de la Abra. Pyroxen-Andesit.
36. „ Ost-Seite, nahe dem Gipfel. 3869 m. Pyroxen-Andesit.
37. „ N. O.-Abhang de la Canteria oberhalb La Magdalena. Pyroxen-Andesit.
38. „ N. O.-Abhang de la Canteria oberhalb La Magdalena. Pyroxen-Andesit.
39. „ Südgipfel des Cunru. Pyroxen-Andesit.
40. „ Ca. 150 m mächtige Lava, an der Südseite des Cunru von Potrero de las Cochas kommend. Pyroxen-Andesit.
41. „ Varietät von No. 40. Pyroxen-Andesit.
42. „ Dünner Lavastrom am S. O.-Abhang der Canteria. 2879 m. Pyroxen-Andesit.
43. „ Südseite, vom Südfuss der Lavamasse von Tingnicocha am Angla-Pass. 3183 m. Pyroxen-Andesit.
44. **Angochagua.** Lava bei Allpachaca von der Loma de Canamballa bei Ibarra. Pyroxen-Andesit.
- 45–46. „ Am unteren Theil des Rückens zwischen Angochagua und La Rinconada auf der linken Seite des letzteren Thales. ca. 2700 m. Pyroxen-Andesit.
47. „ Lava am Weg von Puente de Cabuyal nach Ibarra, in der Loma de Canamballa. Pyroxen-Andesit.
48. „ Von der Loma de Canamballa bei Allpachaca nahe Ibarra. Pyroxen-Andesit.
- 49–50. „ Lava von der Loma zwischen Angochagua und La Rinconada. 2877 m. Pyroxen-Andesit.

51—52.	Angochagua.	Block im Ort Angochagua. 2977 m. Pyroxen-Andesit.
53—54.	"	Block im Ort Angochagua. Pyroxen-Andesit.
55.	"	Block bei Santa Marta, tiefe Schlucht im Süden des Ortes Angochagua. Pyroxen-Andesit.
56.	Mojanda.	Abhang des Cerro de San Bartolomé, Aufstieg von Malchingui. Ca. 3500 m. Pyroxen-Amphibol-Andesit.
57.	"	Vom höchsten Punkt des Weges nach Cajas-nudo. Pyroxen-Amphibol-Andesit.
58—65.	Imbabura.	Hondon, oberhalb Cherti-Loma N.-Seite der Caldera, äusserer Abhang. 3003 m. Amphibol-Pyroxen-Andesit.
66—69.	"	Lava auf der gegen die Caldera vorspringenden Zacke der Cuchilla, zwischen El Frailejon und der höchsten Kraterumwallung. Amphibol-Pyroxen-Andesit.
70—71.	"	Felsmassen auf der Cuchilla zwischen El Frailejon und dem Kraterand. Pyroxen-Andesit.
72—73.	"	Nah dem höchst erreichten Punkt (4460 m) der N.O.-Kraterumwallung bei El Frailejon. Amphibol-Pyroxen-Andesit.
74—80.	"	Linke Seite der Caldera, von El Frailejon bis zum Ausgang austehend. Amphibol-Pyroxen-Andesit.
81.	"	Block, aus der Caldera stammend. Quebrada seca am Paso del Camino real 3665 m zwischen Esperanza und La Magdalena. Amphibol-Andesit.
82—84.	"	Geröll aus der Quebrada seca 3665 m; aus der Caldera stammend. Amphibol-Andesit.
85—93.	"	ebenso. Amphibol-Andesit.
94—101.	"	ebenso. Amphibol-Andesit.
102—106.	"	ebenso. Amphibol-Andesit.
107—113.	"	ebenso. Amphibol-Andesit.
114.	"	Südwestseite, Block aus der Quebrada zwischen Asaya und Iluman. Pyroxen-Andesit.
115.	"	Block aus der Caldera de Peguche. Amphibol-Andesit.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass im Allgemeinen die Schnitte, welche nach der Methode der Bestimmung der Anklöschungsschiefe untersucht wurden, nicht nach der Fouqué'schen Methode zu behandeln waren, da ja bei den Plagioklassen eine der Mittellinien niemals auf P (001) und nur in vereinzelten Fällen auf M (010) senkrecht steht.

Wäre hier die nochmalige Stellungnahme zu der Frage von Interesse, in wie weit es möglich sei, die Andesite nach dem Charakter des Feldspaths zu unterscheiden, so müsste es ausgesprochen werden, dass der Versuch einer solchen Einteilung dieser Gesteine zu einem ganz unbefriedigenden Resultat führen würde, denn der zonare Bau des Feldspaths lässt keine sichere Bestimmung des durchschnittlichen Charakters des Minerals zu, da ein Abschätzen der Menge des Materials, was nun grade eine bestimmte Zone bildet, unmöglich wird und der Si O₂-gehalt vom Kern bis zur äussersten Schicht in den weitesten Grenzen schwankt.

Beim Vergleich der verschiedenen Schnitte in ein und demselben Gestein tritt dann noch die Frage hinzu, ob man es in den einzelnen Schnitten überhaupt wirklich mit Bildern des ganzen Krystalls und nicht etwa z. Th. nur mit solchen des Krystallmantels zu thun hat. Man kann mithin im Allgemeinen nicht mit Bestimmtheit sagen, dass die Feldspatheinsprenglinge in ein und demselben Schliff unter einander in ihrer chemischen Zusammensetzung übereinstimmen; denn wollte man dieses thun, so müsste man annehmen, dass, wenn in einem Schliff einige Schnitte vorkommen, die im Innern Anorthitharakter besitzen, die anderen Schnitte, die ebendasselbst sich als Andesin oder Labrador erweisen (auch wenn sie noch so häufig werden), nur oberflächliche Zonen von Krystallen darstellen würden, die, wenn sie nur näher ihrem Centrum getroffen wären, auch sich innen als Anorthit zu erkennen geben würden.

In den äussersten Schichten stimmen die Plagioklase in demselben Gestein meist überein, obwohl allerdings auch Ausnahmen vorliegen; so treten z. B. in einem Amphibol-Andesit vom Imbabura Feldspathe auf, die z. Th. reiner Anorthit und z. Th. Anorthit mit Andesinmantel sind.

Aus solchen Beispielen kann man für einzelne Schliffe mit Sicherheit behaupten, dass in ihnen Feldspathe verschiedenen Charakters vorliegen, denn es ist ja offenbar, dass ein Schnitt, der sich in seiner ganzen Ausdehnung als Anorthit erweist, ein solcher sein muss, der ein Bild des ganzen Feldspatkrystalls darstellt, wenn man nicht den Erfahrungssatz umstossen will, dass die zonar aufgebauten Plagioklase in ihren äusseren Schichten stets einen höheren SiO_2 -gehalt aufweisen, als im Kern.

Partialanalysen vom Feldspath zu machen, war wegen der geringen Grösse der Krystalle vollständig ausgeschlossen.

Der Grundmassenfeldspath (die gemessenen Schnitte blieben in ihrer Längsausdehnung immer unter dem Maass von 0.2 mm) besteht aus leistenförmig nach der $\frac{1}{2}$ -Achse gestreckten oder nach M tafelförmigen, meist gut begrenzten Kryställchen. Sie zeigen ebenso wie die Einsprenglinge zonaren Bau, aber in verschiedenem Grade, auch bei ihnen schwankt die chemische Zusammensetzung von Kern und Aussenseite zwischen den weitesten Grenzen, von Anorthit bis Oligoklas; nicht selten werden die Kryställchen, wie auch einzelne Einsprenglinge, von einem sehr dünnen Häutchen von Albit umzogen.

Im Ganzen zeigt der Grundmassenfeldspath wie der als Einsprengling auftretende in den Schnitten einmal innerlich einen sehr basischen, nach außen zu saurer werdenden Charakter, das andere Mal ist er ein kann zonar aufgebanter, angesprochen saurer, oder aber basischer Plagioklas. Aus dem Umstände, dass die Schnitte, welche auf Anorthit schliessen lassen, häufig in ihren äusseren Schichten nicht über Labrador in dem Säure-

gehalt hinaufsteigen, wogegen dicht neben ihnen kleine Individuen liegen, die innen Labrador-Bytownit und aussen Oligoklas sind, muss man schliessen, dass man es mit Feldspath von durchschnittlich etwas verschiedenem Charakter zu thun hat. Diese Verschiedenheit ist aber, wie ein Blick auf die Tabelle zeigt, im Allgemeinen eine nicht sehr bedeutende.

Betonen möchte ich an dieser Stelle, dass der Feldspath der Grundmasse recht häufig in seinem SiO_2 -gehalt weit unter die Grenzen des Labradors, gar nicht selten bis zum Anorthit geht, da Rosenbusch in seiner Mikroskopischen Physiographie der Mineralien und Gesteine, 1887, Bd. II, p. 657 unten sagt: „Man kennt die Grundmassenfeldspathe bisher nicht basischer als Labrador“ und p. 667 „Diese zweite Generation (des Feldspaths) beginnt nirgends mit Anorthit sondern wenigstens mit Labradorit und schreitet nachgewiesenermassen in gewissen Fällen bis zur Albitausscheidung vor“.

Eine allgemeine Zusammenfassung der aufgeführten Messungen würde für die Anschauung sprechen, dass der Grundmassenfeldspath sich nicht wesentlich verschieden von dem als Einsprengling auftretenden erweist.

Beide haben im Allgemeinen einen dem basischen Labrador genäherten Kern, der in seinem Mantel allmählich in einen Feldspath übergeht, der selbst als ein der Andesitreihe nahestehender Oligoklas zu hezeichnen ist.

Korrodirende Wirkungen des Magmas an den Feldspathen sind in den Andesiten selten deutlich zu beobachten, in einigen Schliften aber treten abgerundete Formen, die wohl auf auflösende Wirkungen des Magmas zurückzuführen sind, recht deutlich hervor; in einem Schnitt zeigt ein grosser Plagioklas aus dem Dacit von Fnyafuya sogar eine scharf hervortretende Einbuchtung, die mit Grundmasse ausgefüllt ist.

An Einschlüssen sind die Feldspatheinsprenglinge in einigen Gesteinen sehr reich. Meist sind die eingeschlossenen Massen Glas¹⁾ oder entglaste und nicht entglaste Grundmasse. Zuweilen ist der Feldspath so sehr mit Glas durchtränkt, dass dieses fast eben so viel Raum einnimmt, wie der die Form bedingende Feldspath.

Einschlüsse von Augit und Erz sind fast in jedem Schliff nachzuweisen, vereinzelt tritt auch Apatit eingeschlossen auf.

Mikroperthitische Verwachsung von Plagioklasen verschiedenen Säuregehalts sind sehr häufig, aber in keinem Fall war der Charakter der beiden verwachsenen Mineralien mit Sicherheit zu bestimmen.

Verwitterungs- oder Zersetzungserscheinungen zeigt der Feldspath niemals.

¹⁾ Vergl. Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine, 1885, Bd. I, Taf. 36, Fig. 3, Netztartige Durchwachsung von Plagioklas mit Glas-einschlüssen.

2. *Pyroxen.*

Der Pyroxen nimmt nächst dem Feldspath wohl den Hauptantheil an dem Aufbau der Andesite.

Makroskopisch tritt er weniger in deutlich begrenzten Krystallen auf, als in grossen grünlichen Parteen, die zuweilen eine Grösse bis 5 mm im Durchmesser erreichen und häufig deutlich die typische, fast rechtwinklige Spaltbarkeit dieses Minerals nach dem Prisma erkennen lassen. Endbegrenzungen sind makroskopisch fast nie zu beobachten.

Unter dem Mikroskop erweist sich der monokline Augit meist aus kurzen Säulen bestehend mit den fast in jedem Schnitt, nur in verschieden starker Anordnung, auftretenden Umgrenzungen, durch $\infty P \sim (100)$, $\sim P \sim (010)$, $\sim P (110)$ und $P (111)$, zuweilen auch durch Domen-Flächen gebildet.

Vielfach ist der Augit zonar aufgebaut, was nicht nur bei gekreuzten Nicols, sondern in einigen Fällen auch bei ausgeschaltetem Analysator durch den verschiedenen Pleochroismus der einzelnen Zonen zu erkennen ist, dieser zonare Wechsel in der chemischen Beschaffenheit der Krystalle kann sich bis zu 20 Mal wiederholen.

Auch die bekannten Sanduhrformen, als Produkte von Anwachungen stiefelnknecht-förmiger Augitskelette sind beobachtet.

In einigen Gesteinen tritt recht häufig die vielfach beschriebene Verwachsung von Augit und Hypersthen auf, sowohl als lamellare Einlagerungen von Hypersthen in Augit sich darstellend, wie auch als Umwachsungen von Augit um Hypersthen. Häufig tritt der Augit nicht in einzelnen wohl umgrenzten Krystallen, sondern in Anhäufungen von dicht aneinander liegenden, regellos zusammengepackten Körnern auf, den sog. Angitangen. Zwillingbildungen nach $\infty P \sim (100)$ gehören zu den häufigsten Erscheinungen, zuweilen durchdringen sich auch die verzwilligten Individuen. An Einschlüssen ist der Augit nicht reich; nur zuweilen enthält er Hypersthen, Grundmasse, Apatit oder auch Feldspath. Der Pleochroismus ist meist nicht bedeutend und zeigt röthliche und grüne Töne.

Eben so wichtig, vielleicht noch häufiger als Augit ist in den Andesiten ein rhombischer Pyroxen, der wohl seinem ganzen optischen Verhalten nach für Hypersthen gelten muss. Er bildet meist im Gegensatz zu Augit mehr nach der c-Achse gestreckte schlankere Säulehen, die ausser der erwähnten Spaltbarkeit des Augits auch die bekannten groben Sprünge senkrecht zur Prismenzone zeigen. Sein Pleochroismus wird in einigen Schnitten recht deutlich.

Auffallend ist bei dem Hypersthen sowohl wie beim Augit das häufige Auftreten von Magnetiteinschlüssen oder Verwachsungen mit diesem Mineral.

Augit und Hypersthen sind stets vollkommen frisch, nur in einem Pyroxen-Andesit vom Cusin-aren ist das Mineral in eine serpentinartige Masse, die zuweilen Sphärolithe bildet, umgewandelt.

Ueber die Bildung des Pyroxens wird bei der Behandlung der Zersetzungsprodukte der Hornblende gesprochen werden.

3. Hornblende.

Die Hornblendeinsprenglinge treten in den Gesteinen als grössere oder kleinere, aber nicht über 1 cm lang werdende, tief schwarze, glänzende Säulchen makroskopisch deutlich hervor. Unter dem Mikroskop erweist sich die Hornblende sowohl als grüne wie als basaltische, jedoch tritt die grüne gegenüber der basaltischen an Häufigkeit des Auftretens weit zurück. Auch ist ein allmählicher Uebergang der grünen in die basaltische über eine bräunlich grüne, wie ihn M. Belowsky¹⁾ beschreibt, zu beobachten.

In einem Bimsstein des Cayambe sieht man sogar eine grüne Hornblende an einzelnen Punkten in braune übergehen, wodurch die Hornblende ein wolkig-gedecktes Aussehen bekommt.

Bei Wiederholung der Glühversuche, die M. Belowsky mit der grünen Hornblende anstellte, fand ich dieselben Resultate wie dieser.

Betreffs der Umgrenzungen der Hornblende und ihres optischen Verhaltens verweise ich auf die Arbeit von R. Herz.²⁾ Zwillingbildung nach $\infty P \infty (100)$ tritt ziemlich häufig auf.

Als Einschlüsse enthält die Hornblende zuweilen Apatit und Glas und, wenn Glimmer in dem Gestein auftritt, diesen recht häufig.

Eine genauere Beschreibung verlangen die schon vielfach behandelten Zersetzungserscheinungen an der Hornblende, ihr Zerfall in Opacit, Augit und Magnetit.

Die besonders charakteristischen Veränderungsstadien sind folgende:

1. Die im Innern vollständig frische Hornblende hat einen mehr oder weniger dicken Opacitrind.
2. Der Opacit umgibt die Hornblende nicht nur randlich, sondern er liegt, nur noch Fetzen von Hornblende übrig lassend, über den ganzen Schnitt hin verbreitet.
3. Die Hornblende verschwindet ganz und gar, der meist mit typischer Umrandung gut erhaltene Schnitt wird ganz von Opacit eingenommen.

¹⁾ Siehe I, p. 36—42 oder den Separatabdruck: M. Belowsky: Die Gesteine der ecuatorianischen Westcordillere von Tulcan bis zu den Escaleras-Bergen. Berlin 1892, p. 36—42.

²⁾ Bd. I, p. 115—116 oder den Separatabdruck R. Herz: Die Gesteine der ecuatorianischen Westcordillere von Pukallagua bis Guagua-Pichincha. Berlin 1892, p. 45—46.

4. Die Schnitte enthalten im Innern Fetzen von noch frischer Hornblende; um diese herum, den ganzen Schnitt ausfüllend, liegt, von dem tiefdunklen Opacit oft fast ganz verdeckt, aus diesem sich allmählich hervorhebend, eine, nur mit dem unteren Nicol betrachtet, graubraune, glasartige, nur wenig durchsichtige, fast gar nicht auf das polarisirte Licht wirkende Masse, die den schwarzen opacitischen Untergrund wie ein verschwommenes feines oder grobes zerrissenes Gewebe durchzieht.

5. In den Schnitten der ehemaligen Hornblende (diese kann auch noch in Resten erhalten sein) geht das glasige Silikat, an einzelnen oder auch an vielen Punkten in langsamerem oder schnellerem Uebergang, allmählich vollkommen klar und durchsichtig werdend, und dann ein hohes Relief annehmend, in Augit über. Zwischen gekrenzten Nicols wirken die dunkelgrauen, wenig durchsichtigen Stellen fast gar nicht, die heller werdenden im Verhältniss ihrer zunehmenden Klarheit auf das polarisirte Licht ein. Die klaren Stellen mit hohem Relief und etwas grünlicher Färbung, also die Augitpartikelchen, leuchten meist in hellgrauen bis gelben Tönen auf, zuweilen steigen aber auch an solchen Stellen die Polarisationsfarben nicht über ein dunkelgraublau erster Ordnung. Die neugebildeten Kryställchen sind vielfach von orientirter Auslöschung zu den Längs-erstreckungen, sie erweisen öfters den centrischen Austritt eines Curvensystems. Parteen solcher Art könnten Hypersthen oder Augit von besonderer Schnittlage sein.

6. Der ehemalige Hornblendeschnitt (zuweilen verliert er seine scharfe Umgrenzung) wird im Ganzen heller, indem der Opacit zurücktritt und der Pyroxen sich breiter macht. Der Opacit wird kompakter, er verliert sein voluminöses Aussehen. Der Augit, noch allmählich in Opacit übergehend, bildet mehr eine dickfaserige Masse; fast stets — es gibt nur wenige Ausnahmen — liegen die Augitfasern sehr angenähert oder streng einander parallel. Gern bildet der Augit den äusseren Rand um die noch weniger differenzirten Massen, recht häufig nimmt er aber auch die Mitte des Schnittes ein und ragt mit zackiger Umgrenzung in die noch weniger individualisirte Masse hinein.

7. Der Augit liegt nicht mehr in kleinen, unbestimmten Parteen, Körnchen oder Fäserchen, sondern in grösseren Krystallkörnern oder Säulchen in oder randlich an der noch weniger differenzirten Masse. Dabei entwickeln sich aus dem Opacit an den schwarzen, kompakteren Stellen viele kleine oder einige grosse Magnetitkryställchen.¹⁾ Wirkte das Magma zugleich zerstörend auf die zerfallene Hornblende ein, so verlor der Schnitt vollständig seine typische Umgrenzung und die Neubildungsprodukte zerflossen

¹⁾ Wenn hier und in der Folge von Magnetit gesprochen wird, so möchte ich bemerken, dass all-
durchsichtige, schwarze, in ziemlich scharfen, rechteckigen Umrissen erscheinende Erz von metallartigem
Glanz an der Oberfläche als Magnetit bezeichnet worden ist.

randlich mit der Grundmasse. Ein solcher Einfluss des Magmas, allem Anschein nach nur ein mechanischer, ist aber nicht häufig zu beobachten.

8. Die z. Th. noch ganz frische braune Hornblende hat einen Rand von Opacit, bzw. von Magnetit und Pyroxenkörnchen. In der Mitte geht die Hornblende in sehr schnellem Uebergang durch trübe, viel Erz haltige glasige Substanz in eine grosse klare, grösstentheils einheitlich orientirte, in der Form aber zerrissene Angitmasse über, in welcher zahlreiche kleine und grössere Magnetitkörnchen liegen.

9. Die Hornblende ist bis auf den letzten Rest zerfallen, ihre Stelle wird eingenommen von einer einheitlichen Augitmasse ohne typische Umgrenzungen, diese ist umgeben von einem mehr oder weniger breiten, mit der Grundmasse zerfliessenden Kranz von Opacit- oder Glasparticlen, Augit und Magnetitkörnchen.

10. Der Opacit und das glasige Material können auch bis auf geringe Reste ganz wegfällen und man sieht an Stelle der Hornblende einen auffallend fleckig und faserig aussehenden, aber im Grossen und Ganzen doch einheitlichen Augit, der zuweilen auch neugebildeten Feldspath umschliesst. Solche faserig struirt Augite, die die Hornblendeform beibehalten, sind in einigen Gesteinen, so in dem Dacit vom Nordfuss des Fuyafuya durchaus vorherrschend. Zuweilen nehmen dieselben auch schon mehr oder weniger deutlich die dem Augit eigenen Umgrenzungen an.

11. In einem Bimsstein mit rein glasiger Grundmasse und grüner Hornblende vom Cayambe, in dem auch z. Th. die oben beschriebenen Zersetzungsercheinungen auftreten, wurde ein Schnitt beobachtet, in dem die grüne Hornblende direkt, ohne irgend welchen Uebergang durch etwa vorhandenen Opacit oder die trübe glasartige Substanz in faserigen Augit, der nur vereinzelte winzige Körnchen von Magnetit umschloss, sich verwandelte. Die Augitfasern wuchsen direkt aus der noch im Kern erhaltenen Hornblende heraus.

12. Besonders bemerkenswerth sind noch diejenigen Schnitte, welche in typischen Hornblendenurissen nach dem Prisma klare Augite mit deutlicher Spaltbarkeit nach der klingen Diagonale des Umrisses¹⁾ zeigen, die einen dicken, meist einheitlichen, oft aber auch plötzlich absetzenden, zuweilen sogar in verschmolzene Körner sich auflösenden Erzrand haben. Dieselben sind secundär aus Hornblende gebildete Augite. Dies kann besonders auch deshalb gefolgert werden, weil sie zugleich mit typischen Zerfallprodukten der Hornblende auftreten.

13. Das höchste Entwicklungsstadium dieses Umbildungsvorganges repräsentiren Schnitte, die einen wohl umgrenzten Augit- bzw. Hypersthenkristall darstellen, welcher

¹⁾ Diese Orientierung, dass die c -Achse des Augits mit der b -Achse der Hornblende coincidirt, wurde von mir öfter beobachtet.

grosse oder kleine, oft sehr zahlreiche rechteckige oder quadratische Magnetitdurchschnitte unsehliesst oder mit diesen randlich verwachsen ist.

Das Mengenverhältniss, in dem in diesen beschriebenen Schnitten die dunklen und die durchsichtigen Bestandtheile stehen, ist ein sehr verschiedenes. In ein und demselben Schüff beobachtet man Schnitte von chemdiger Hornblende, die einmal rein aus der glasartigen trüben oder kaum gefärbten Masse und Augitfasern bestehen und solche, in denen der Magnetit fast die Hälfte des Raums einnimmt wie das Sifknt. Auch kleine Feldspathe treten zuweilen in den eben beschriebenen Schnitten auf und zwar so, dass auch von ihnen ein langsamer Uebergang durch die glasse Masse in den Opacit zu beobachten ist.

Ein eigentliches Magnetit-Pyroxenaggregat, ein Haufwerk von regellos mit einander vermengten Augit und Magnetitkörnern, wurde in den hier bearbeiteten Gesteinen nur selten beobachtet.

Die sämmtlichen oben beschriebenen Erscheinungen beziehen sich sowohl auf die grüne, und bräunlich-grüne, als auf die basaltische Hornblende, und sind nicht an eine bestimmte Ausbildung der Grundmasse gebunden.

Ueber den Zerfall der Hornblende in den Andesiten und Daciten, die Zersetzungsprodukte und die aus der ehemaligen Hornblende neugebildeten Mineralien ist in der Literatur schon vieles bekannt gegeben. Es ist mit Rücksicht auf diesbezügliche Zusammenstellungen namentlich auf J. Sh. Hyland¹⁾ und F. Zirkel²⁾ zu verweisen.

Ich werde kurz Einiges davon hier berühren: H. Vogelsang sagt in einem Aufsatz „Ueber die Systematik der Gesteinslehre und die Einteilung der gemengten Silikatgesteine“³⁾: „Es lassen sich alle schwarzen opaken Schüppchen oder Körnchen, sofern sie nicht mit genügender Sicherheit als Magneteisen, Titaneisen, oder ein anderes Mineral zu bestimmen sind, unter der Bezeichnung Opacit vereinigen. Für die generelle Bestimmung der Gesteine, für die Abgrenzung der Typen sind diese zweifelhaften Gemengtheile nur in sofern von Interesse, als sie zuweilen als Vertreter resp. Umwandlungsprodukte von wohl bestimmbar Mineralien auftreten.“

F. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, 1893, Bd. I, p. 437, fügt zu Vogelsangs Charakteristik des Opacits noch hinzu: „Diese Körperchen können sehr verschiedener

¹⁾ Ueber die Gesteine des Kilimandscharo und dessen Umgebung. Min. u. petr. Mittheil. v. G. Teichmüller. N. F. Bd. X, 1889, p. 239 ff.

²⁾ F. Zirkel: Lehrbuch der Petrographie. 1893, Bd. I, p. 717 ff.

³⁾ Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. 1872, Bd. 24, p. 530.

Substanz sein: Erdige Silikate, chemisch vielleicht glimmerähnlich, amorphe Metalloxyde, besonders Oxyde und Oxydhydrate von Titan oder Mangan, schwarze Eisenverbindungen, Graphit, Kohle u. s. w.“

Die Forscher scheinen sich alle einig zu sein in der Auffassung, dass der Opacit und auch der Augit-Magnetitrand um Hornblende und Glimmer, auf den es hier gegenüber dem selbständig auftretenden Opacit hauptsächlich ankommt, aufzufassen ist als ein Produkt der ehemisehen Einwirkung des Magmas auf die betreffenden Mineralien. Ueber die Ursachen, die der „Resorption“ zu Grunde liegen, sind sie verschiedener Ansicht.

H. Rosenbusch sagt in der zweiten Auflage seiner Mikroskopischen Physiographie 1887, Bd. I, p. 583: „Wo der Biotit der magmatischen Corrosion ausgesetzt war, umgibt er sich ebenso wie die basaltische Hornblende mit einem dunklen Rande, der aus einem Gemenge von Magnetit und Augit besteht. Dieser Rand ist um so ausgeprägter, je mehr die Grundmasse sich holokrystallin entwickeln konnte, fehlt dagegen in den Gesteinen mit glasiger Basis, weil hier die Verfestigung sich vollzog, ohne dass Zustände eintreten konnten, welche die Existenz des Biotits gefährdeten.“ Dann p. 559: „Durchaus eigenthümlich für die basaltische Hornblende gegenüber der gemeinen Hornblende sind gewisse Umwandlungen, welche sich kaum anders als durch absorbirende Wirkungen des Magmas erklären lassen. Die Umrisse der Amphibolkrystalle in Porphyriten, Trachyten, Phonolithen und Andesiten, sowie Basalten und Tephriten sind vielfach abgerundet und abgeschmolzen, und unmittelbar um die Krystalle herum legt sich dann eine dunkle Zone, welche in den meisten Fällen durch eine randliche Anhäufung von opaken Erz-(?) Körnchen und Augitsäulchen oder -Körnchen gebildet wird. Die letzteren liegen nicht selten parallel zu einander¹⁾ und dem Amphibolkrystall. Dass hier der Amphibol nicht etwa nur als Ansatzpunkt für die Augit- und die opaken Körnchen diene, beweist der Umstand, dass der Amphibol vollständig durch das genannte Gemenge verdrängt werden kann. Es liegt also eine magmatische Umbildung der Hornblende vor, wobei Augit sich in unmittelbarer Nähe der sich auflösenden Hornblende aus dem Magma ausscheidet. Die Entstehung dieser Umwandlungen gehört also einer Periode der Gesteinsentwicklung an, in welcher die Hornblende nicht mehr bestandfähig im Magma war, und ihre Bildung durch die Augitbildung abgelöst wurde. Dass aber bei diesem Prozess sehr wahrscheinlich ein Eisenoxyd sich abscheiden wird, ergibt sich aus dem Verhältnisse, in welchem $\text{Ca O} : (\text{Mg O} + \text{Fe O})$ in Amphibol bezw. Pyroxen zu einander stehen.“ Bd. II, p. 660: „Um grüne Hornblende sind die Magnetit-Augithöfe bei Weitem seltener, als um braune. Die Entstehung der Magnetit-Augit-Mäntel muss wohl mit dem Eruptionsakt

¹⁾ Vergleiche auch C. Doelter u. E. Hussak: *Nou. Jahrbuch f. Min.* 1884 I, p. 25.

beginnen oder bald auf diesen folgen. Mit diesem Akt ist zugleich die gewaltigste Veränderung in der chemischen Constitution der Eruptivmagmen verbunden, ihre durch plötzliche oder doch rasche Druckverminderung bedingte Entwässerung und die dadurch hervorgerufene, bedeutende Zunahme der Acidität. Hierdurch, scheint es, wurden die in der Tiefe ausgeschiedenen Molekularverbindungen, Biotit und Amphibol, bestandunfähig, ihrer Resorption folgte dann auf dem Fusse die Ausscheidung von Magnetit und Angit.“

F. Zirkel sagt in seinem Lehrbuch der Petrographie, 1894, Bd. II, p. 599: „Sehr oft trägt in den Andesiten die Hornblende die bekannte dunkle Zone magnetischer Umwandlung, die bisweilen so tief eindringt, dass sie zum grossen Theil oder fast ganz die Hornblende verdrängt. Vielfach ist auch hier neben den dunklen Körnchen eine Neuproduktion von Augitpartikeln beobachtet worden.“

A. Lagorio¹⁾ nimmt auch den Opacitrand als das Produkt einer chemischen Einwirkung des Magmas auf die Einsprenglinge an.

Im Gegensatz zu den angeführten Autoren steht R. Küch.²⁾

Er leugnet keineswegs „das bisweilige Vorhandensein einer wirklich corrodirenden, chemisch auflösenden Thätigkeit des Magmas“ und nimmt eine förmliche Auflösung der Hornblende an, „in solchen Fällen, wo die ursprünglichen äusseren Conturen der Hornblende mehr oder weniger verändert erscheinen, da, wo die Kränze von Magnetit und Pyroxen in die umliegende Grundmasse förmlich verfliessen, wo sich ferner Feldspath dem Gemenge zugesellt,“ und fährt dann fort: „In den meisten Fällen indessen scheint mir die Annahme einer chemisch beeinflussenden Thätigkeit des Magmas nicht nöthig, vielmehr eine blosse Wärmewirkung vorzuliegen. Man berücksichtige in dieser Beziehung die meist ideal scharfen Conturen der randlich oder total pseudomorphosirten Amphibole, wie sie in einer Unzahl von Beispielen beobachtet wurden. Hier kann von einer stattgehabten Verflüssigung der Hornblende keine Rede sein; es hat sich vielmehr der Prozess ohne Zweifel in Gestalt einer molekularen Umfagerung im nicht flüssigen Zustand vollzogen. Man denke ferner an die Fälle, wo ganz zweifellos eine Ausscheidung von Magnetitkörnern innerhalb der Hornblendesubstanz zu beobachten ist, wie soll man sich hier eine chemisch beeinflussende Thätigkeit des Magmas vorstellen.“

Nachdem er dann angeführt hat, dass der Opacitrand vornehmlich an den Hornblenden, die in krystallisirter Grundmasse, im Gegensatz zu denen, die in glasiger Grundmasse liegen, auftreten, und diese Thatsache ausdrücklich betont hat, sagt er: „Ich glaube

¹⁾ Mineralogische u. petrogr. Mitth. von G. Tschernak, N. F., 1887, Bd. VIII, p. 421: Ueber die Natur der Glasmasse sowie die Krystallisationsvorgänge im eruptiven Magma.

²⁾ W. Reiss u. A. Stübel: Reisen in Süd-Amerika. Geologische Studien in der Republik Colombia I. Petrographie I. Die vulkanischen Gesteine, bearbeitet von Rich. Küch. Berlin 1892.

nun hier, da eine andere Erklärungsweise der Erscheinung (des Opacitrandes sowohl an und für sich, als der verschiedenen Mächtigkeit desselben, die an die verschieden ausgebildete Grundmasse gebunden ist) unerfindlich ist, einen direkten Beweis dafür gefunden zu haben, dass in manchen Fällen die bei der theilweisen oder vollständigen Individualisirung des zu einer bestimmten Zeit der Gesteinsbildung vorhandenen, feuerflüssigen Magmarestes frei werdende Wärmemenge geeignet ist, an der Hornblende die beregte Erscheinung hervorzubringen, und zwar diese Wärme an sich, nicht im Sinne Lagorio's die Wärme dadurch, dass sie den noch flüssigen Magmarest durch Temperaturerhöhung zum Corrodiren fähiger macht.“

M. Belowsky¹⁾ schliesst sich in seiner Auffassung wieder mehr an Zirkel und Rosenbusch an.

Nach meiner Meinung ist Kühn's Ansicht die richtige, indem er das bisweilige Vorhandensein einer wirklich korrodirenden, chemisch auflösenden Thätigkeit des Magmas nicht leugnet, dann aber sagt: „es hat sich indessen in den häufigsten Fällen der Prozess ohne Zweifel in Gestalt einer molekularen Umlagerung im nicht flüssigen Zustand vollzogen“.

Als eine nicht nur molekulare Umlagerung, wobei ja doch das Hornblende-Molekül nur seiner Struktur nach verändert würde, sondern als einen chemischen Zerfall mit darauf folgender Neubildung von Mineralien — Erz, Augit, Feldspath — ist der Vorgang aufzufassen, wobei aber eine nebenher gehende chemische und mechanische Einwirkung des Magmas auf die Hornblende oder deren Zersetzungsprodukte durchaus nicht in allen Fällen ausgeschlossen ist.

Ueber die Ursachen, die den Zerfall der Hornblende herbeiführten, die aber für das Wesen des Vorganges bedeutungslos sind, will ich mich später äussern. Vorher will ich auf den Zerfall und die darauf folgende Neubildung von Augit und Magnetit, wie sie in den beschriebenen Schläfen in Erscheinung tritt, näher eingehen.

Der Zerfall der Hornblende ist entweder ein theilweiser, oder aber vollkommener und tritt in den Schläfen in Erscheinung als Opacitrand um die noch erhaltene Hornblende oder als vollständige Umwandlung des ganzen Krystalls in Opacitmasse.

Der Opacit ist allem Anschein nach ein in seiner qualitativen und quantitativen Zusammensetzung dem Augit verwandtes Glas, welches beigemengt eine beträchtliche Menge von Erz enthält, ob dieses als amorphes oder krystallisiertes Eisenoxyd vorliegt, ist nicht zu konstatiren, wahrscheinlich ist es aber amorph. Im Allgemeinen erscheint der Opacit im Mikroskop mit matter, erdiger Oberfläche (ganz besonders wenn das Erz

¹⁾ Bd. I, p. 44–46 oder den Separatabdruck M. Belowsky: Die Gesteine der camutorianischen Westcordillere von Tulcan bis zu den Escaleras-Bergen. Berlin 1892, p. 44–46.

theilweise in Eisenoxydhydrat verwittert ist), in einigen Fällen bekommt der Opacit aber auch ein stark metallisch glänzendes Aussehen, und er ist dann, vornehmlich wenn seine Umgrenzungen gradlinig werden, leicht mit Magnetit zu verwechseln. Von diesem lässt er sich nur auf chemischem Wege unterscheiden. Behandelt man nämlich diese fraglichen Schnitte mit Salzsäure, so löst diese das Erz — es mag Magnetit oder in dem Silikat suspendirtes Eisenoxyd sein — auf, war der Schnitt ein solcher von Opacit, so bleibt an seiner Stelle eine etwas gelb bis braun gefärbte glasige Masse zurück, während im anderen Falle, wenn Magnetit vorlag, eine Lücke im Schliff entsteht.¹⁾ Waren während des Zersetzungs Vorganges oder kurz nach demselben die Umstände günstig, so sind die einzelnen Phasen der auf den Zerfall folgenden Neubildung, also der Individualisirung des Opacits, in langsamem Fortschreiten in den verschiedenen, aber einander nahe verwandten Gesteinen, von denen jedes meist ein bestimmtes, in gewissen Grenzen schwankendes Stadium der Individualisirung anweist, Schritt für Schritt zu verfolgen. Manche Gesteine enthalten allerdings zu gleicher Zeit die Produkte des Zersetzungs- und Neubildungsvorganges, sowohl in dem allerersten, wie in dem höchsten Stadium zugleich. So sieht man in einzelnen Fällen in ein und demselben Schliff Hornblende mit Opacitrand und zugleich aus Hornblende entstandenen klaren Angit mit grossen Erzeinschlüssen.

Das primäre Zerfallprodukt, der Opacit, ist, wie oben gesagt, meiner Annahme nach ein Gemenge von Eisenoxyd mit einem Silikat angitischer Natur. Indem nun diese beiden Komponenten des Gemenges ihre Tendenz, sich zu individualisiren, bethätigen und dabei in den verschiedensten Stadien unterbrochen und konservirt worden sind, erhalten wir die oben eingehend beschriebenen Schnitte, die uns einen vollständigen Ueberblick gestatten über den Umwandlungsprozess von Hornblende in Angit und Magnetit. Zuerst hebt sich aus der schwarzen Opacitmasse fleckig oder wie ein weitmäschiger Schleier über den ganzen Schnitt hin eine ganz allmählich an Klarheit zunehmende, der Hauptsache nach noch trübe, glasartige, wenig polarisirende Substanz hervor. Zugleich zieht sich das Eisenoxyd um einzelne Krystallisationszentren zu mehr kompakteren Massen zusammen, deren Charakter man am Schwinden des lockeren voluminösen Aussehens erkennt. Dieser Vorgang der Krystallisation schreitet nun in dem angitischem Glas so weiter vor, dass sich aus demselben um mehrere oft unzählige Krystallisationszentren Angit bildet, der in seiner Mitte schon die typischen Merkmale des Minerals erkennen lässt, äusserlich aber noch in langsamem Uebergang in die nicht individualisirte Masse mit noch glasigem Charakter zertiesst; hiermit geht Hand in Hand eine weitere krystallographische Individualisirung des Erzes, das sich in kleinen Magnetitkörnern

¹⁾ Dies Verfahren zur Unterscheidung der beiden Substanzen ist allerdings nur an einzelnen Schnitten erprobt.

ausscheidet, die dann wieder Anziehungspunkte für die nächstliegenden Eisenerzmoleküle bilden und so ihrerseits an der Klärung des Augitglases mitarbeiten, so dass auch wieder um kompakte Magnetitkörnern weitere oder engere Höfe entstehen, die nach aussen hin immer mehr an Eisenerz verlieren, in trübes Glas übergehen und so allmählich durch die stärker und stärker polarisierende Masse zum Augit hinüberleiten. Dieser Prozess schreitet immer weiter fort bis zur vollkommenen Neubildung eines einheitlichen, klaren, krystallographisch gut umgrenzten Augits, der scharf begrenzte, oft recht grosse Magnetite eingeschlossen enthält oder mit diesem randlich verwachsen ist. Nicht selten wird der Magnetit auch ganz vom Augit ausgestossen; er liegt dann aber immer noch in der Nähe des Augits, so dass seine Zugehörigkeit zu diesem deutlich zu erkennen ist. Es liegen jedoch auch Beispiele vor, wo der Magnetit durch die Strömungen des Magmas von dem Augit getrennt und als scheinbarer primärer Einsprengling wie dieser selbständig auftritt. In solchen Fällen ist der Magnetit aber meist durch seine auffallende Grösse von dem etwa als Grundmassenbestandtheil auftretenden zu unterscheiden. Niemals wurden grössere Magnetitkrystalle in diesen Gesteinen beobachtet, wenn letztere nicht mit Sicherheit zu konstatirende Zerfallprodukte von Hornblende oder aus dieser entstandenen Augit aufweisen.

Wenn der Individualisierungsvorgang des Opacits unter günstigen Umständen anfangs sehr schnell von statten ging, dann aber plötzlich unterbrochen wurde, so nahm das Silikat fast über die ganze Schnittfläche der ehemaligen Hornblende hin zu gleicher Zeit Augitstruktur an und schied das Erz zum grössten Theil randlich aus. Bei dieser, so zu sagen überhätigen Bildung aber wurde die genaue Orientirung der Augitmoleküle nicht erreicht und der Krystall zeigt in seinen optischen Eigenschaften Defekte, die sich durch geringere Stärke der Brechung und schwaches Polarisationsvermögen zu erkennen geben.

Die vereinzelte Bildung von Plagioklaskryställchen aus diesen Zersetzungsprodukten, welche ich, abweichend von Küch's Ansicht, hier thatsächlich aus der ehemaligen Hornblende ohne Hinzutreten von Bestandtheilen des Magmas oder überhaupt der Mitwirkung desselben entstanden erkläre, ist wohl leicht durch einen kleinen Gehalt von Alkalien, den die ehemalige Hornblende hatte, verständlich.

Um nochmals zusammenzufassen, betone ich:

Was die Ansichten Zirkel's, Rosenbusch's und Lagorio's auf der einen Seite, Küch's auf der andern über die Entstehung des Opacits und des Magnetit-Pyroxenmantels um Hornblende betrifft, so muss ich mich nach dem eingehenden Studium dieser Erscheinungen unbedingt auf Küch's Seite stellen und ich bemerke hier, dass ich, ohne Küch's Ansicht zu kennen, zu dieser Ueberzeugung gekommen bin.

Die aus der Hornblende entstandenen Mincrallen sind Dissociationsprodukte der Hornblende.

Die Ursache dieser Dissociation ist in den meisten Fällen¹⁾ die durch das Emporsteigen des Magmas aus den tiefen Regionen bedingte Druckverminderung in demselben unter Beibehaltung einer ziemlich hohen Temperatur. Die Hornblende vermag wie jede andere chemische Verbindung bei einer bestimmten Temperatur nur unter einem ganz bestimmten Druck, der über der, der Hornblende bei dieser Temperatur zukommenden Dissociationstension liegt, als solche zu bestehen; wird der Druck bei derselben Temperatur vermindert, so muss die Hornblende in ihre Componenten, sie mögen freie Atome, die sofort dann zur Neubildung irgend eines Minerals zusammentreten, oder nur gespaltene Moleküle sein, zerfallen. Dass es sich bei den in Frage stehenden Erscheinungen um einen Dissociationsvorgang handelt, und nicht um einen chemischen Zerfall oder um eine molekulare Umlagerung, glaube ich bestimmt annehmen zu dürfen. Zwar vermag ich in den mir vorliegenden Schläfen keine klare Beweise zu erbringen für eine unverkennbare Rückbildung von Hornblende aus ihren Dissociationsprodukten; ich glaube aber aus der Litteratur hier die entsprechenden Angaben Zirkel's²⁾ und Hyland's³⁾ in Anspruch nehmen zu dürfen, die mit Bestimmtheit die Rückbildung von Hornblende aus deren Umwandlungsprodukten beschreiben.

Eins der bekanntesten und am genauesten untersuchten Beispiele der Dissociation fester Körper ist die des Calciumcarbonats: Wird CaCO_3 in einer CO_2 Atmosphäre bei einem Druck von 85 mm Quecksilber einer Temperatur von 860°C. , oder unter 510 bis 520 mm Quecksilber einer Temperatur von 1040°C. ausgesetzt, so erleidet dasselbe eine Dissociation. Wird der Druck bei den betreffenden Temperaturen erhöht, oder bei demselben Druck die Temperatur, wenn auch nur um ein Geringes, erniedrigt, so erfolgt Rückbildung von CaCO_3 . Die Dissociationstension beträgt also bei 860°C. 85 mm Quecksilber, bei 1040°C. 510—520 mm. Ueber die Dissociationstension der Hornblende lassen sich natürlich nur sehr unbestimmte Vermuthungen aufstellen. Die Temperatur aber, bei der die Hornblende unter nicht gar zu hohem Druck noch eine Dissociation erleidet, kann nicht sehr hoch sein, was sich aus folgenden Betrachtungen ergibt. Man sieht zuweilen, wie dies auch schon Herz und Küch be-

¹⁾ Hierbei kommt auch die von Lagorio angenommene und jedenfalls zu Recht bestehende Erhöhung der Temperatur durch die krystallinische Individualisirung der Grundmasse unter bestimmten Bedingungen in einzelnen Fällen in Betracht, dann aber nur in Küch's Sinn als eine Wirkung der Wärme an sich, nicht dadurch, dass sie den noch flüssigen Magmarest durch Temperaturerhöhung zum corrodiren fähiger macht.

²⁾ F. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, 1893, I, p. 336, p. 719, p. 721.

³⁾ J. Sh. Hyland, Min. u. petr. Mittheil. N. F. 1889, Bd. X, p. 336.

schrieben haben, in Gesteinen mit nicht einheitlich individualisierter Grundmasse die Hornblendeschnitte, dort, wo dieselben mit Entglasungsprodukten der sonst glasigen Grundmasse umgeben sind, äusserlich mit einem allerdings meist nur recht dünnen Opacit- bzw. einem Magnetit-Pyroxen-Itad versehen, während sie an den Stellen, die an die glasige Grundmasse grenzen, frei von den Zerfallprodukten sind. Für diese Erscheinungen ist wohl nur die Küch'sche Erklärungsweise anzunehmen. Es sind eben partielle Wärmewirkungen, hervorgerufen durch lokale krystallographische Individualisierung der sonst glasig erstarrten Grundmasse, und zwar ist die Temperatur, bei welcher hier die Dissociation eintrat, genau die Schmelztemperatur der sich ausscheidenden Mikrolithen.

Ein Amphibol-Pyroxen-Andesit vom Cayambe lässt sogar deutlich zwei Perioden der Dissociation der Hornblende und der Mineralneubildung erkennen. Das Gestein hat eine gemischte Grundmasse, ein Theil derselben ist mikrolithisch erstarrt, der andere glasig; diese beiden Ausbildungsarten gehen vielfach in einander über. Es liegt unabhängig von dem Charakter der Grundmasse im ganzen Schriff aus Hornblende entstandener Augit vor, der während des Aufsteigens des Magmas aus der Hornblende entstanden ist. Die Hornblende nun, die sich nachher, als für sie günstige Bedingungen eintraten — bei einem Stillstand der Eruption oder des Aufsteigens der Lava, welche aber noch unter Druck stand — neu gebildet hatte, wurde z. Th., nachdem sich die Lava ergossen hatte, bei der theilweisen Krystallisation des Magmas wieder dissociirt, wogegen die in dem glasig erstarrenden Magma sich frisch erhalten konnte.

Dass diese Temperaturerhöhung keine bedeutende sein kann, liegt auf der Hand, dazu hat sie natürlich stattgefunden, als die durchschnittliche Temperatur des Magmas schon ziemlich herabgesunken war, da die Individualisierung der Grundmasse doch eben den Erstarrungsmoment des Gesteins darstellt. Bei der Erstarrung dieser Gesteine, die ja durchweg Ergussgesteine (bzw. Laven) sind, ist aber ein irgendwie erheblicher Druck im Magma nicht anzunehmen. Folglich liegt die Dissociationstemperatur der Hornblende bei gewöhnlichem Druck nur wenig über dem Schmelzpunkte der gewöhnlichen andesitischen Grundmasse, und hiermit wende ich mich gegen die Beweisführung Lagorios, wenn derselbe in der oben citirten Arbeit folgendes Experiment als ein für die Richtigkeit seiner Behauptung, dass nämlich der Opacit oder das Magnetit-Pyroxen-Aggregat durch korrodirende Wirkung eines sauren, alkalireichen Magmas zu erklären sei, entscheidendes anführt¹⁾: „Ein braunrother Biotit aus Liparit von Martinique wurde der Einwirkung eines schmelzenden Magmas, welches sauer und alkalireich war, unterworfen.

1. c. p. 162.

Nach Verlauf einer halben Stunde war dasselbe im Leclercq-Forquignon'schen Ofen flüssig geworden, hierauf kalt gestellt. Die Masse war glasig, der Glimmer zeigte aber im Dünnschliff einen opaken Saum." Hiermit ist durchaus noch nicht bewiesen, dass das Magma den Krystall angegriffen hat, denn die Opacitisirung kann auch hier eine blosse Wärmewirkung gewesen sein.

Magmatische Corrosion an Hornblende tritt häufig auf, ohne dass dabei die Hornblende in den nicht corrodirtten Theilen eine Dissociation erleidet, die corrodirende Wirkung eines Magmas ist eine lösende, durch Corrosion werden Theile von Krystallen vom Magma resorbirt und fortgeführt; corrodirende Wirkungen des Magmas können aber auch die Dissociationsvorgänge begleiten, dies ist dentlich aus Fig. 7 zu sehen, wo eine Hornblende abgebildet ist, die eine grosse Einbuchtung und beginnende Dissociation zeigt.

Dass die Opacitisirung thatsächlich nur das Resultat einer blossen Wärmewirkung ist, habe ich durch folgenden Versuch bewiesen.

Ich habe eine grüne Hornblende aus Eläolithsyenit von Frederiksvärn¹⁾ in einer Atmosphäre von CO_2 , so dass oxydirende Wirkungen nicht eintreten konnten, in ein grobkörniges Marmorpulver gebettet, bis zur beginnenden Gelbgluth erhitzt und 1 Stunde auf der Temperatur, bei der eine andesitische Grundmasse kaum zusammensintert, erhalten. Die Hornblende erwies sich in einem sehr dünnen Schliff als fast vollständig opacitisirt, einzelne noch erhaltene Fetzen waren in branne, stark pleochroitische Hornblende übergegangen.

Ein anderes Stück derselben Hornblende wurde unter gleichen Bedingungen $\frac{1}{4}$ Stunde auf dem Gebläse sehr hoch erhitzt, nach Abkühlung zeigte sie sich geschmolzen. Die geschmolzene Masse wurde möglichst dünn geschliffen. Unter dem Mikroskop zeigte sie genau dieselbe Erscheinung wie die zerfallene Hornblende in den Gesteinen, sie war vollständig in eine opacitische Masse verwandelt, die die ersten Anfänge der Individualisirung von Augit und Magnetit zeigte, wie sie im Eingang genau beschrieben ist.

Dass Hornblende geschmolzen und langsam erkaltet als Augit erstarrt, war mir natürlich bekannt; ich musste, wenn ich eine Stütze für meine Ansicht durch das Experiment beibringen wollte, die Hornblende, ohne sie zu schmelzen, durch Wärmewirkung zerlegen und zeigen, dass sich auch dann aus dem erst ent-

¹⁾ Ausserdem prüfte ich Vorkommen gemeiner Hornblende von Arendal und Snarum, die sich der Hornblende von Frederiksvärn vollständig gleich verhielten. Ebenso verhielten sich die unveränderten Hornblenden aus den untersuchten Gesteinen. — Auch die lichtereren Vorkommen von Greiner und von Russell zeigten, wenn auch nicht so deutlich wie die anderen Vorkommen, Veränderungen beim Glühen.

standenen Opacit wirklich Augit bildet.¹⁾ Und dies ist mir, wie ich es nur wünschen konnte, geglückt. Durch eine richtige Wahl der Temperaturhöhe ist es mir gelungen, die Hornblende zum Zerfall zu bringen²⁾ und eine Neubildung von Augit, wie in der Darstellung der diesbezüglichen Verhältnisse unter Nr. 4 beschrieben, herbeizuführen, ohne die Hornblende zu schmelzen.

Dass bei diesen Experimenten irgend welche äussere chemische Einwirkungen auf die Hornblende angeschlossen waren, wird wohl nicht bezweifelt werden. Zur Controlle, ob nicht etwa der Augit durch Wärmewirkung ähnliche Dissociationserscheinungen zeigen könnte, wie die Hornblende, wurde eine Reihe von diesbezüglichen Versuchen angestellt.

Augite verschiedener Fundpunkte, alle ziemlich eisenreich und von demselben grünen Ton, wie die Augite in den untersuchten Gesteinen, manche eher noch dunkler, wurden unter den gleichen Bedingungen, wie die Hornblende, aber noch beträchtlich höher wie diese, erhitzt. Geschliffen zeigte keiner derselben, auch nach vorhergehendem mehrstündigen Glühen auf dem Gebläse, irgend welche Zersetzungsercheinungen; die Schliffe des geglühten Materials waren in nichts verschieden von denen des nicht geglühten. Ebenso verhielten sich Augite aus basaltischen Gesteinen und die Augite der hier untersuchten Gesteine selbst. — Man kann daher sagen, dass unter den Umständen, unter welchen die Hornblende Dissociationserscheinungen zeigt, der Augit dies nicht thut.

Der Opacit und die aus der Hornblende neu entstandenen Mineralien Augit und Magnetit sind nur durch Dissociation der Hornblende entstanden.

In den Andesiten des hier bearbeiteten Gebiets ist eine Verwandlung der Hornblende in Augit und Hypersthen und zwar in krystallographisch und optisch gut individualisirten Augit und Hypersthen mit Sicherheit an vielen hundert Beispielen bewiesen, es drängt sich daher mit Gewalt die schon soviel besprochene Frage auf, ob es gerechtfertigt sei, Amphibol-Andesit von Pyroxen-Andesiten zu trennen. Diese Frage hat Zirkel in seinem Lehrbuch der Petrographie, 1894, Bd. II, p. 817, sehr eingehend erörtert. Ich citire ihn hier wörtlich, um dann meine Bemerkungen daran anzuknüpfen:

¹⁾ Beim Druck dieser Arbeit kommt mir die Mittheilung des Herrn Henry S. Washington über „The magmatic alteration of certain minerals“ *The Journal of Geology* April-Mai 1896, p. 257—282, zu.

In derselben kommt genannter Autor gleichzeitig mit mir und unabhängig von mir zu dem Schlusse, dass die Umwandlung der Hornblende in den Gesteinen in Augit lediglich einer Wärmewirkung zuzuschreiben sei, und dass dieser Vorgang mit dem bei der Eruption der Gesteine verminderten Druck in Beziehung stehe. Während Herr Washington aber, zum Theil selbst beobachtend, sich daneben wesentlich auf die nicht immer einwurfsfreien Mittheilungen in der Litteratur stützt, habe ich meine Ansicht überdies durch eine grössere Anzahl von neuen und exakt durchgeführten Versuchen bewiesen, und durch denselben angeschlossene theoretische Betrachtungen klargestellt und erhärtet.

²⁾ Liegt hierbei grüne Hornblende vor, so wird dieselbe erst braun, pleochroitischer und von geringerer Auslöschungsschiefe; danach — bei eintretender Augitbildung — wird die Farbe heller, der Pleochroismus viel schwächer und die Auslöschungsschiefe steigt bedeutend.

„Es ist häufig behauptet worden (z. B. von Gümbel, Lagorio, vom Rath, Siemiradzki), dass Pyroxen-Andesite und Hornblende-Andesite überhaupt nicht geschieden zu werden verdienten, indem es hornblendehaltige Pyroxen-Andesite und pyroxenhaltige Hornblende-Andesite gebe, ja Vorkommnisse, in denen beide Mineralien sich das Gleichgewicht halten; so hat man weiter gesagt, dass die Hornblende-Andesite vom mineralogischen Standpunkt aus betrachtet werden könnten oder müssten als augit-andesitische Grundmasse nebst ausgeschiedener Hornblende. — Wenn aber auch in der That Uebergangsglieder reichlich entwickelt sind, so schliesst deren Dasein doch noch keineswegs aus, die Endglieder als solche anzuerkennen. Wer aus diesem angeführten Grund die beiden Andesite nicht trennen zu dürfen meint, der ist auch gehalten, Albit und Anorthit zu vereinigen, zwischen denen ein noch vollkommenerer Uebergang besteht. Auf die beiden Andesite möchte man direct die Worte anwenden, mit denen Rosenbusch die Auseinanderhaltung von Lencitbasalt und Nephelinbasalt begründet, welche durch gleichzeitig Leucit und Nephelin enthaltene Glieder an manchen Lokalitäten eng mit einander verbunden sind: „so sehr auch dieser Umstand die Abtrennung der beiden Familien erschwert, so wenig kann er zu einer Vereinigung der in den typischen Formen doch meistens streng geschiedenen Familien berechtigen“ (Mass. Gest. 1887, II, 775); dennoch werden die beiden Andesite von ihm vereinigt. Gümbel wendet sich von einer Trennung der Andesite nach ihrem Gehalt an Pyroxen oder Amphibol deshalb ab, weil die Frage: „In welchen Mischungsverhältnissen muss Hornblende beziehungsweise Augit vorhanden sein, um nicht bloss als accessorischer sondern als wesentlicher Gemengtheil zu gelten?“ nicht streng zu beantworten sei. Rudolph hat dem schon mit Recht entgegengehalten, dass die entscheidende Frage überhaupt nicht so formulirt werden darf, denn wer so fragt, kommt zu dem Schluss, dass z. B. auch Calcit und Magnesit nicht zu trennen sind. Bei einer Trennung nach dem Gehalt jener beiden Componenten handle es sich vielmehr um die Frage: Gibt es ganz charakterisirte Endglieder, welche von den beiden Gemengtheilen nur oder fast nur den einen enthalten? Diese Frage muss unbedingt bejaht werden; das Dasein von Uebergangsgliedern kann dann nicht weiter überraschen. Nur in ganz seltenen Fällen wird man zweifelhaft sein, ob man es mit einem Hornblende- oder mit einem Augit-Andesit zu thun hat, und die typisch ausgebildeten Endglieder sind in manchen Zügen der Zusammensetzung und Struktur hinreichend wohl unterschieden; auch darin zeigt sich zwischen beiden ein Gegensatz, dass der Augit-Andesit, obschon seine Feldspathausscheidungen höchst basisch zu sein pflegen, nicht unbeträchtlich kieselensäure-reicher ist als der normale Hornblende-Andesit, wenigstens des letzteren Feldspathe durchschnittlich etwas saurer sind, als die augit-andesitischen. Jene Zusammenfassung könnte sich übrigens nur auf den eigentlichen Augit-Andesit mit monoklinem Pyroxen

beziehen, da der Hypersthen-Andesit überhaupt nicht zu dem Hornblende-Andesit in dem angegebenen Verhältniss steht; ebenfalls würde der Biotit-Andesit eine isolirte Stellung behaupten. — So berichtet auch Osann von den Augit-Andesiten der Sierra del Cabo de Gata, dass sich in den vielen geprüften Stücken nie eine Spur von Hornblende oder Biotit oder irgend ein Anhaltspunkt für deren frühere Anwesenheit finde, „ein hervorragender Unterschied gegenüber den Amphibol- und Biotit-Andesiten, die ausserordentlich häufig mikroskopisch Augit führen und bei denen anhaltige und -freie Glieder nicht zu trennen sind.“ Ebenso waren die durch Petersen von ostasiatischen Inseln untersuchten Pyroxen-Andesite in allen Fällen ganz frei von Hornblende oder Glimmer. Nach Küch kann in dem grossen Eruptionsgebiet von Colombia weder in dem gleichzeitigen Auftreten von Pyroxen-Andesit und Amphibol-Andesit an demselben Vulkan, noch in dem Vorkommen von Andesiten mit beiden Mineralien ein Grund für die Undurchführbarkeit einer Trennung zwischen beiden gefunden werden; denn einerseits bilden an den Vulkanen die einzelnen Lavaströme besondere, abgeschlossene, geologische Körper, und hier würde eine Unterscheidung dann nur ungerechtfertigt sein, wenn derselbe Lavastrom ohne das Vorhandensein chemischer Differenzen unregelmässig bald als Pyroxen-Andesit, bald als Amphibol-Andesit erstarrt wäre, was aber nicht bekannt zu sein scheint; „der zweite Punkt beweist nur, dass die beiden Andesite nicht zwei scharf getrennte Gruppen, sondern dass sie durch Uebergänge mit einander verbunden sind, ein Verhältniss, welches gradezu charakteristisch für jedes petrographische System ist“.

Noch ein anderer Grund ist für die nothwendig erscheinende Vereinigung beider Andesite aufgeführt worden. Nachdem erkannt war, dass früh ausgeschiedene Hornblende-Individuen durch magmatische Beeinflussung in Aggregate von Augitpartikeln randlich umgesetzt werden können, wurde durch von Lasaulx (Niederrhein. Ges. 1884, p. 154) die Vorstellung geltend gemacht, dass dies auch im grösseren Massstabe möglich gewesen sei, dass der Augitgehalt solcher Andesite zum grossen Theil nur eine Neuproduktion aus früheren, durch das Magma wieder zur Einschmelzung gebrachten Hornblende-Individuen darstelle. Hatch hat diese Anschauung gelegentlich der Beschreibung der Gesteine des Pichpichu bei Arequipa weiter geführt; seiner Meinung nach spricht sich die Zwecklosigkeit einer Anseinerhaltung der beiden Andesite auch darin aus, dass die Gesteine mit viel (uneingeschmolzener) Hornblende und wenig Augit allmählich einerseits durch Abnahme, d. h. durch Einschmelzung der Hornblende, andererseits durch Zunahme des eben in Folge davon neu erzeugten Pyroxens in Pyroxen-Andesit verlaufen. Doch ist es immerhin sehr fraglich, ob grössere Mengen von Augit so aus der Hornblende entstehen können. Die grösseren Angite würden überhaupt wohl kaum mit ehemaliger Hornblende genetisch verknüpft

werden können, sondern höchstens die der Grundmasse. Einen hornblendefreien Augit-Andesit deshalb in unmittelbarer Verbindung mit einem Hornblende-Andesit zu bringen, weil der Augit des ersteren in einer früheren magmatischen Periode sich möglicherweise z. Th. in dem Zustand der Hornblende befunden haben könnte, scheint kein naturwissenschaftliches Verfahren. Der Satz von Hatch: „Hand in Hand mit der Auflösung der Hornblende geht eine Zunahme an Pyroxen und Magnetit“, findet übrigens gleich schon seine Widerlegung bei dem von ihm zuerst besprochenen Gestein; für dieses, welches von Bisilikaten nur durch Einschmelzung veränderte Hornblende enthält, ist er genöthigt anzuführen, es sei eigenthümlich, dass bei einem so hohen Grade der Einschmelzung gleichwohl keine neuen Pyroxene gebildet worden seien (Min. u. petr. Mittheil., N. F. VII., 1886, p. 342). Für die untersuchten Andesite von Perú und Bolivia betont Rudolph, dass ein reichliches Auftreten unveränderter Hornblende an sich kein Zurücktreten des Augits bedingt, wie auch umgekehrt eine reichliche Augitmenge nicht das Dasein zahlreicher Hornblenden unbedingt ausschliesst, es sei daher bei einer Vergleichung der örtlich und geologisch zusammengehörigen Gesteine nicht wahrscheinlich, dass der Augitgehalt mit einer Einschmelzung von Hornblende in Verbindung steht (ebendas. IX, 1888, p. 317). Für die Hypersthen-Andesite aber entbehrt die Hypothese selbst jener scheinbaren Begründung, welche in der beobachteten randlichen Neuproduktion von Augit aus Hornblende für die Herausbildung der Augit-Andesite gegeben ist: denn ein analoges Hervorgehen von Hypersthen aus Hornblende ist bis jetzt überhaupt nicht mit Sicherheit konstatiert worden.

Zirkel führt hier zwei Gründe an, auf welche fussend eine Vereinigung von Amphibol-Andesit und Pyroxen-Andesit befürwortet worden ist: das gleichzeitige Auftreten von Amphibol und Pyroxen, die in den Andesiten in allen möglichen gegenseitigen Mengenverhältnissen nebeneinander vorkommen, und die Thatsache, dass Pyroxen in den Gesteinen als aus Amphibol entstanden aufzufassen ist. Jenen weist er vom mineralogisch-petrographischen Standpunkt scharf zurück. Letzteren bezeichnet er als einen fraglichen, da die grösseren, als Einsprenglinge auftretenden Augite wohl kaum mit ehemaliger Hornblende verknüpft werden könnten. In den hier bearbeiteten Gesteinen habe ich jedoch mit voller Sicherheit eine Umwandlung der Hornblende in Pyroxen und zwar monoklinen wie rhombischen erkannt, und dieser tritt ebenso wie die ehemalige Hornblende als gut charakterisierter Einsprengling auf.¹⁾

Wenn Hatch es eigenthümlich findet, dass bei einer vollständigen Einschmelzung, will sagen Dissociation der Hornblende gleichwohl kein neuer Pyroxen gebildet sei, so

¹⁾ Ueber die genetischen Beziehungen der Grundmassen-Augite zu der Hornblende werde ich später Gelegenheit nehmen, mich zu äussern.

ist sein Erstaunen allein dadurch begründet und zu erklären, dass er sich nicht von der Anschauung der „Einschmelzung“ freimachen konnte und den Zerfall der Hornblende in seinem Wesen nicht erkannte. Er wusste nicht, dass sein Einschmelzungsprodukt der Hornblende, der Opacit, das eisenreiche Silikat, gewissermassen latenter Augit und Magnetit ist.

Durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. Stübel ist es mir möglich gemacht worden, die etwa 40 Schläffe, welche Hatch von den Gesteinen des Pichupiehn hatte aufertigen lassen und die in dem Besitz des Herrn Dr. Stübel sind, nochmals eingehend zu untersuchen. Nur in zwei von diesen 40 Schläffen war der Zerfall der Hornblende mit Erfolg zu studiren.

Wenn Rudolph sagt: Es sei bei einer Vergleichung der örtlich und geologisch zusammengehörigen Gesteine nicht wahrscheinlich, dass der Augitgehalt mit einer Einschmelzung der Hornblende in Verbindung steht, so kann ich dagegen eben nur die Thatsache anführen, dass in den Andesiten und Daciten des hier bearbeiteten Gebiets Hornblende sich in Augit und Magnetit verwandelt.

Es liegt nun die Frage vor, ob zwei Gesteine, deren Verschiedenheit allein eine Funktion des Eruptionsvorganges, dem sie ihre Entstehung verdanken, ist, mit verschiedenen Namen zu belegen sind oder nicht.

Soll die Genesis der Gesteine bei deren Benennung den Ausschlag geben, so könnte man in die Lage kommen, ein Gestein, das keine Spur von Hornblende, aber reichlich aus Hornblende entstandenen Pyroxen enthält, wofür zahlreiche Beispiele vorliegen, Hornblende-Andesit nennen zu müssen, wogegen man andererseits, wenn man nach dem tatsächlichen Bestand der das Gestein zusammensetzenden Mineralien urtheilen will, zuweilen ein Gestein, welches als Einsprenglinge ansser Feldspath nur vollständig zerfallene Hornblende, deren Zersetzungsprodukte sich noch nicht individualisirt haben, bei denen man aus dem Opacit nur in äusserst feinen Partikelehen den Augit sich herausheben sieht, einen Pyroxen-Andesit nennen müsste, was doch eben so wenig zulässig ist, wie das andere Verfahren. Am wenigsten dankbar aber ist es, einen Mittelweg einzuschlagen, und trotzdem muss ich mich mit einem solchen begnügen, ein Mal in Anbetracht des hier zur Betrachtung kommenden beschränkten Materials,¹⁾ das andere Mal, da es mir bisher nicht gelungen ist, ein anderes Unterscheidungsmerkmal für die Andesite ausfindig zu machen. Einer Abschaffung der bis jetzt gebräuchlichen Einteilungsweise das Wort zu reden vermag ich nicht, da ein Augit-Andesit, wie man ihn in seiner typischen Ausbildung vor sich hat,

¹⁾ Es müssten Andesite anderer Fundpunkte vorher noch eingehend untersucht werden.

niemals ein Hornblende-Andesit ist, mag der Augit direkt aus dem Magma ausgeschieden oder ein Umsetzungsprodukt der Hornblende sein. Schwierig und sehr willkürlich ist es, Gesteine mit zerfallener Hornblende unter Beibehaltung der Gruppen Pyroxen-Andesit, Pyroxen-Amphibol-Andesit und Amphibol-Andesit mit einem Namen zu belegen, aber es bleibt mir nichts Anderes übrig; ich nenne die Gesteine noch Hornblende-Andesite, wenn sich die Dissociationsprodukte der Hornblende noch nicht vollkommen individualisirt haben. Mit anderen Worten, enthält das Gestein zerfallene Hornblende, so ist es Hornblende-Andesit, enthält es neugebildeten Pyroxen, so ist es Pyroxen-Andesit. Eine solche Bezeichnung ist natürlich nur ein Nothbehelf. — Eben so wenig wie die Selbständigkeit eines Pyroxen-Andesites und Amphibol-Andesites will ich die eines Amphibol-Pyroxen-Andesites bestreiten; auch hier mag der Pyroxen deutlich nachweisbar sekundär, also aus Hornblende entstanden, oder primäres Ausscheidungsprodukt aus dem Magma sein. Der Amphibol-Pyroxen-Andesit ist in dem Zustand, in dem wir ihn finden, ein Gestein, welches als Einsprenglinge Amphibol und Pyroxen enthält, deshalb müssen wir es, wenn wir überhaupt die Andesite nach den farbigen Gemengetheilen klassificiren wollen, einen Amphibol-Pyroxen-Andesit nennen.

Zum Schluss noch einige Bemerkungen: Enthält ein Gestein neben unveränderter Hornblende in annähernd gleicher Menge Pyroxen, der aus Hornblende entstanden ist, so liegt folgende Erklärung sehr nahe: Das Magma drang aus tiefen Regionen, wo sich schon Hornblende gebildet hatte, in der Spalte oder dem Kanal des Vulkans in die Höhe, ohne jedoch fürs Erste zur Eruption zu gelangen; dabei verminderte sich der Druck, die Temperatur blieb recht hoch; so musste die Hornblende eine Dissociation erleiden, aus ihren Zerfallprodukten bildete sich Pyroxen und Magnetit; in diesem Zustand erhielt sich das Magma eine Zeit lang, wobei aber die Temperatur allmählich sank; sank sie unter die Grenze, für welche der vorhandene Druck, unter dem das Magma stand, die Dissociationstension ist, so konnte sich wieder Hornblende aus dem Magma ausscheiden. Dieses Magma nun, das also aus Hornblende entstandenen Pyroxen und frische Hornblende enthält, kommt zur Eruption und erstarrt, ohne eine weitere Veränderung zu erleiden. Belege für derartige Erscheinungen sind in den hier bearbeiteten Gesteinen mehrfach vorhanden. Diese zweite Generation der Hornblende-Einsprenglinge konnte dann, wie es ein Gestein vom Cayambe zeigt, ebenfalls eine wenn auch nur theilweise Dissociation erleiden. Dies geschah, als das Magma oder richtiger die noch flüssige Grundmasse nach dem Ergüsse, also nach Aufhebung des Druckes, plötzlich krystallin erstarrte, da bei dem plötzlichen Uebergang des Magmas, dessen Temperatur noch etwas höher als die Schmelztemperatur des Gesteinsglases, aber niedriger als die des Feldspaths war, in den festen und zwar krystallinen Zustand eine gewisse Wärmemenge frei wurde.

Diese erwärmt dann äusserlich die Hornblende bei dem geringen Druck, unter dem dieselbe dann stand, über die Dissociationstemperatur, nämlich bis zum Schmelzpunkt der sich anscheidenden Mineralien.

4. Olivin.

Dieses Mineral ist in einigen Andesiten und Daciten recht häufig, besonders tritt es in den Pyroxen-Andesiten der Angochagua-Kette hervor, in denen es den Augit zuweilen an Zahl und Grösse der Krystalle übertrifft. Meist tritt der Olivin in spitz rhombischen Formen, die sich wohl auf die Flächen $2P \infty (021)$ zurückführen lassen, auf, aber auch längliche rechteckige Durchschnitte nach $\infty P \infty (010)$ und $\infty P (110)$ sind nicht selten; öfters fehlen diesen bestimmte Endbegrenzungen. Vielfach sind die Umrisse der Krystalle nicht scharf erhalten, sondern durch Einwirkung des Magmas verrundet. Einbuchtungen der Grundmasse in die Krystalle sind nicht vorhanden. Eine grobe unregelmässige Zerklüftung ist fast an jedem Schnitt zu beobachten, auch tritt nicht selten eine recht deutliche Spaltbarkeit nach $oP (001)$ auf. Die Polarisationsöne des Olivins sind häufig auffallend niedrig, sie wechseln vielfach nur zwischen weiss und gelb der ersten Ordnung, selten übertreffen sie die des Augits. Für gewöhnlich ist der Olivin vollkommen klar und nicht gefärbt, aber in einigen Vorkommnissen des Angochagua-Gebirges beobachtet man anfangs randliche, allmählich aber nach innen immer weiter fortschreitende Ausscheidung von Brauneisen. Die Krystalle nehmen dadurch eine von innen nach aussen an Intensität allmählich zunehmende rothbraune Färbung an; mit dieser ist nicht die Entstehung eines merkbaren Pleochroismus verbunden, wohl aber eine Veränderung in dem Verhalten der betreffenden Theile des Olivins bei gekrenzten Nicols, und zwar im Verhältniss zur Menge des ausgeschiedenen Eisenoxydhydrats. Es tritt nämlich in den so verwandelten Olivinen eine von dem frischen Kern nach aussen fortschreitende undulöse Auflöschung auf, ähnlich wie bei einem einfach zonar aufgebauten Feldspath, so dass also die optische Orientirung des Minerals nach Maassgabe des ausgeschiedenen Eisenoxydhydrats eine Veränderung erleidet. Ob der Olivin hierbei eine tiefgreifende chemische Veränderung erfährt oder nur zu einem eisenärmeren, dem Forsterit nächststehenden Silikat wird, lässt sich nicht entscheiden. Mit Serpentinisirung und damit verbundener Brauneisenausscheidung hat diese Umwandlung des Olivins keine Aehnlichkeit. Der Olivin zeigt in diesen Gesteinen, aber unabhängig von dem Auftreten der eben beschriebenen Zersetzungserscheinung, vielfach einen dichten Kranz von Augitkörnern.

Eine eigentliche von aussen und den groben Sprüngen nach dem Innern fortschreitende Serpentinisirung, die so vielfach beschrieben wird, tritt bei den hier be-

arbeitenden Gesteinen nur einmal, dann aber auch sehr charakteristisch in einem Pyroxen-Amphibol-Andesit auf, der in losen Blöcken an der Gletschermoräne des Yana-Corral (4200—4500 m) am Cayambe gefunden ist.

5. Quarz.

Derselbe tritt als wesentlicher und primärer Bestandtheil in den dieser Arbeit zu Grunde liegenden Gesteinen nur in den Daciten auf. In idiomorphen Krystallen findet er sich niemals, sondern stets in abgerundeten und z. Th. sehr tief eingebuchteten Körnern von zuweilen beträchtlicher Grösse. In den Daciten beim Dorfe Puellaro¹⁾ am S.O.-Fuss des Mojanda hat er manchmal eine schön rosenrothe Farbe. An Einschlüssen ist der Quarz im Ganzen sehr arm, nur hie und da enthält er kleine runde Glaspartikelchen oder auch wohl Gasbläschen eingeschlossen. In vereinzelten Schnitten sind wohl auch ziemlich scharfe, sich unter 60° schneidende Spalttrisse zu beobachten.

In dem Dacit vom Fuyafuya und dem Hornblende-Andesit des Cayambe, in weich letzterem er aber äusserst selten ist, hat der Quarz zuweilen einen deutlichen Rand von Augitkörnchen.

6. Tridymit

ist in diesen Gesteinen nicht häufig. Makroskopisch ist er sehr selten deutlich zu erkennen.

In den Schläfen tritt er als ein Aggregat auf, das von dachziegelartig aneinander liegenden Schüppchen gebildet wird.

7. Glimmer

spielt in den Gesteinen des Ibarra-Beckens und des Cayambe eine ganz unbedeutende Rolle, er tritt nur in vereinzelten Fetzen in den Daciten vom Fuss des Mojanda und in den Hornblende-Andesiten vom Nordfuss des Cayambe auf. Seinem optischen Verhalten nach gehört er zur Biotitreihe.

8. Apatit

tritt nicht häufig in den Hornblende-Andesiten in kurzen, dicken, höchstens 0,2 mm messenden Säulchen auf.

¹⁾ Th. Wolf: Neues Jahrbuch für Min. u. s. w., 1874, p. 377, und G. vom Rath: Zeitschr. der deutschen geol. Gesellschaft 1875, Bd. XXVII, p. 302.

9. *Magnetit.*

Als dieses Mineral wurde, wie schon bei Besprechung der Hornblende gesagt, all das schwarze Material bestimmt, welches im Schliff ziemlich scharfe rechteckige Umrisse und metallartig glänzende Oberfläche zeigte; in wie weit diese Bestimmung auf Richtigkeit oder Genauigkeit Anspruch hat, muss einer eingehenden Untersuchung solcher Schnitte vorbehalten bleiben. Ich glaube aber schon jetzt die Annahme aussprechen zu dürfen, dass ein grosser Theil dieser Schnitte auf ein stark eisenhaltiges Silikat zurückzuführen ist.

10. *Grundmasse.*

Die Grundmasse der Andesite und Dacite ist ein Gemenge von Feldspath-Angit- und Magnetitkryställchen, die in einem mehr oder weniger individualisirten, zuweilen globulitisch gekörnellen, dunkleren oder helleren Glase oder in einem äusserst feinen Filz von submikroskopischen, nicht näher zu bestimmenden Individuen liegen. Das Mengenverhältniss der verschiedenen Componenten Feldspath, Angit und Erz unter sich und zu der glasigen oder entglasten Basis ist ein sehr verschiedenes. Der Feldspath wiegt jedoch stets bei weitem gegen den Angit vor, wenn dieser auch zuweilen recht häufig wird. Feldspath, Angit und Magnetit bilden einmal den bei weitem grössten Theil der Grundmasse und sind nur durch ganz geringe Menge von Basis mit einander verkittet oder die Basis herrscht vor und die Kryställchen der erwähnten Mineralien liegen, nur etwa die Hälfte des Raumes oder noch weniger einnehmend, in dieser eingebettet. Gewissermaassen eine Zwischenstufe in dieser äusserst mannigfaltigen und wechselnden Struktur der Grundmasse bildet der glasgetränkte Mikrolithenfilz, der besonders typisch dann in Erscheinung tritt, wenn die Feldspathchen recht zahlreich vorhanden sind, aber noch nicht bestimmte Begrenzungen zeigen und z. Th. mit einander verschmelzen oder in unmerklichem Uebergang sich in der glasigen Basis verlieren. Die glasige Basis ist meist grau-braun gefärbt oder, wenn sie stark globulitisch ist, vollständig undurchsichtig, schwarz. In einzelnen Fällen konnte zwischen den Globuliten und kleinen Angitkörnchen, die bis zu einer Grösse von 0,0005 mm heruntersinken, deutliche Uebergänge beobachtet werden, so dass man wohl mit einiger Sicherheit schliessen kann, dass ein Theil der Globuliten äusserst kleine, das Licht, der Totalreflexion wegen, nicht durchlassende Angitkryställchen sind. Die Angite der Grundmasse sind zuweilen durch Verwitterung und dadurch bedingte Brauneisenausscheidung gelb und braun gefärbt, wodurch die Grundmasse einen röthlichen Ton bekommt. In einigen Gesteinen bilden sich in der Grundmasse, wenn dieselbe nur oder doch zum grössten Theil aus submikro-

skopischen, jedenfalls nicht bestimmt ungrenzten Krystallindividuen aufgebannt ist, um Einsprenglinge herum oder auch selbständig auftretend anreolenartige Concretionen der Feldspathsubstanz, indem sich die feinsten Krystallnadelchen oder Mikrolithen unter Ansonderung der Angitmikrolithen oder Kryställchen in gewissen, meist kugelförmigen Complexen parallel, nicht radial anordnen und dann zwischen gekreuzten Nicols alle genau zugleich auslöschen. Die Grundmasse bekommt dabei ein bei schwacher Vergrößerung hellgeflecktes Aussehen. Andererseits sieht man aber auch wieder die Grundmasse durch schlieren- oder anreolenartige Gebilde auch bei gekreuzten Nicols dunkel gefleckt, in dem die sich parallel anordnenden Feldspathmikrolithen das ganze in der Grundmasse vorhandene Magnetitmaterial in sich aufnehmen, welches dann ein Anfluchten der Feldspathconcretion gegenüber dem umgebenden Theil der Grundmasse bei gekreuzten Nicols verhindert.

In einem Angit-Hornblende-Andesit vom Cnsin heben sich aus der äusserst fein struirtten Grundmasse lappig zerrissene, einheitlich aber schwach polarisirende Parteen hervor, die eine grosse Menge nicht oder wenig individualisirter Grundmassentheilen anwachsen und raudlich unbestimmt wieder mit der Grundmasse verfließen. Allem Anschein nach sind es Feldspathauscheidungen, die bei schneller Individualisirung nach Art der Entstehung der granophyrischen Verwachsung von Feldspath und Quarz die mit ihnen zugleich erstarrenden Grundmassentheilen nicht anstossen konnten.

Die Amphibol-Andesite und Pyroxen-Amphibol-Andesite des Cayambe zeigen vielfach eine auffallend schnell wechselnde Struktur der Grundmasse. Schon makroskopisch sieht man, dass das Gestein in ganz kleinen, aber auch beträchtlich anwachsenden Ranntheilen in plötzlichem Uebergang eine bimssteinartige Auflockerung erfährt, wobei dann die Grundmasse ein seidenglänzendes, glasiges Aussehen bekommt. Unter dem Mikroskop bestätigt sich diese Beobachtung; die im allgemeinen typisch hyalopilitische oder auch pilotaxitische Grundmasse geht plötzlich in eine rein glasige über, die keine Spur von Individualisirung zeigt. Dieser Wechsel im Charakter der Grundmasse kann immerhalb desselben Schliffs so häufig werden, dass man die Grundmasse gradezu eine gemischte nennen muss. Die Grenzen, in denen sich diese hyalopilitischen und glasigen Grundmassenpartien berühren, sind ganz unregelmässig, bald scheint die glasige Grundmasse durch lokale hyalopilitische Ansbildung gefleckt, bald zeigt dies die hyalopilitische durch lokale glasige Ausbildung.

In diesen Gesteinen und besonders typisch in einigen Hornblende-Andesiten vom Yana-Corral-Gletscher zeigen sich in der glasigen Grundmasse zahlreiche Trichite, Margarite und Longulite und, meist um Einsprenglinge herum, grosse, aber ihrer chemischen Natur nach nicht näher zu bestimmende Pseudosphärolithe.

Dem hohen SiO_2 -gehalt des Gesteins nach, er beträgt etwa 64 %, wäre ja wohl die Annahme berechtigt, dass die Pseudosphärolithe sich aus Feldspath und Quarznädelchen aufbauten, mikroskopisch nachzuweisen sind diese beiden Mineralien jedoch nicht. Zonar angehäufte Eisenoxyd- oder Hydroxymassen weisen in den Sphärolithen häufig auf concentrisch-schaligen Aufbau der Gebilde hin; mit dendritischen Erzpartieen sind sie fast stets durchwachsen.

Die Dacite weichen in einigen wenigen Vorkommnissen in der Ausbildung der Grundmasse von dem Typus der andesitischen ab, sie nähert sich in einigen Gesteinen vom Südfuss des Mojanda dem hypidiomorphkörnigen Charakter der trachytischen Grundmasse. Die äusserst kleinen und z. Th. undulös anlöschenden Körnchen, die wahrscheinlich Feldspath und Quarz sind, werden dann häufig durch haarfeine nadelförmige Mikrolithen eines Bisilikats, das durch Brauneisenausscheidung sehr dunkel gefärbt und nicht mit Sicherheit zu bestimmen ist, einzeln oder in grösseren Gruppen abgegrenzt, so dass man ein sehr feines dunkles Netz sieht, dessen Maschen mit einem oder auch mehreren Kryställchen ausgefüllt sind.

Die Feldspathkryställchen der Grundmasse sind, wie schon bei Besprechung dieses Minerals angegeben wurde, fast stets zonar aufgebaute Individuen, die ihrem chemischen Charakter nach in den verschiedenen Zonen in den weitesten Grenzen, vom Anorthit bis zum Albit schwanken. Charakteristisch ist, dass sich um dieselben in einigen Gesteinen, wenn im allgemeinen ihre Acidität äusserlich etwa bis zum Andesin heraufreicht, dünne, ziemlich scharf absetzende Häutchen von Albit ausscheiden, die auch zackige Anstümpfer in die Basis aussenden und bei deren Betrachtung man unwillkürlich an die bartartigen Gebilde um die Quarz- und Feldspath-Einsprenglinge der Granophyre erinnert wird.

B. Charakterisirung der einzelnen Gesteine und Vorkommen derselben.

1. Pyroxen-Andesite.

El Mojanda.

Im Vorland des Mojanda findet sich in Felsen unter den mächtigen Tuffmassen, am Puente de Turu (1728 m) im Rio Gnaillabamba anstehend ein glänzend schwarzes, dichtes, festes Gestein mit glattem, fast splittrigem Bruch. Als Einsprenglinge enthält es

ziemlich zahlreiche nach $\infty P^{\infty}(010)$ tafelförmige, vollkommen klare und einander parallel angeordnete, bis Centimeter grosse Plagioklase und kleine schwarze Augitkörnchen. Unter dem Mikroskop erweisen sich die Feldspathe fast immer durch magmatische Wirkungen stark corrodirt. Die Grundmasse ist hyalopilitisch mit ziemlich viel Augitkörnchen und Säulchen neben den Feldspäthen. Sie enthält in feinsten Partikeleichen wie in grösseren Massen Kalkspath, dessen Ursprung nicht mit Sicherheit festzustellen ist. Da das Gestein den Eindruck eines durchaus frischen macht, ist mit einiger Wahrscheinlichkeit wohl eine Infiltration von Calciumcarbonat anzunehmen. Der Kalkspath gibt häufig Veranlassung zur Erscheinung des Websky-Bertrand'schen Interferenzkrenzes.

Kurz oberhalb Alchipichí (2102 m) Aufstieg nach der Ebene von Malchingui. Säulenförmige Lava zwischen den Tuffen, dunkelgraues, sehr festes Gestein mit ziemlich glattem Bruch, die Grundmasse ist pilotaxitisch, sie enthält recht viel Augit und nicht wenig Erz. Die Feldspathleistchen zeigen wenig fluidale Anordnung, liegen meist vollständig regellos durcheinander. Im Allgemeinen macht die Grundmasse einen Eindruck, wie man sie bei den Basalten gewöhnlich sieht. Die Feldspath-Einsprenglinge, bis 5 mm gross, sind ziemlich selten. Augit tritt nur ganz vereinzelt als Einsprengling auf.

Lava von der Chorrera in mächtigen (ca. 200') Massen in Tuff, in Säulen zerspalten, Rio Pisque. In einer tiefschwarzen Grundmasse mit ziemlich glattem Bruch liegen, nicht grade sehr häufig, nach $\infty P^{\infty}(010)$ plattenförmige und einander parallel gerichtete, klare Plagioklaskrystalle, die bis zu einer Grösse von 2 cm anwachsen. Unter dem Mikroskop zeigt sich, dass die Grundmasse aus sehr feinen, vielfach verzwilligten Plagioklasleistchen besteht und etwa halb soviel kleinen Augitkörnchen, die in einer globulitisch gekörneltten, vollkommen undurchsichtigen Glasbasis liegen. Augit tritt als Einsprengling nur sehr selten auf. Die Lava liegt auch in einer schlackigen Varietät vor. Bei ihrer äusserlichen Ähnlichkeit mit dem Gestein von dem Puente de Turu erweist sie sich unter dem Mikroskop als recht verschieden von diesem ersteren.

Santo Domingo, Ostufer von Caricocha. Schlackige, graue, auch bisweilen gelbliche Laven. Sie bilden wohl die besten Typen der Augit-Andesite. Die weissen Plagioklase und grünen Augite, beide nicht über 3 mm gross werdend, heben sich gut aus der grauen bis gelblichen Grundmasse hervor. Letztere wird von dicht gedrängten Feldspathleistchen und Augitsäulchen und Körnchen gebildet, die durch wenig kryptokrystallin entgaste Basis verkittet sind. Auch an Erzkörnchen ist die Grundmasse ziemlich reich. Fluidale Struktur derselben ist besonders um die Einsprenglinge herum durch die Plagioklasleistchen gut ausgeprägt.

Yana-urcu. Schwarze feste und schwere Gesteine, z. Th. mit ziemlich glattem Bruch. Die Feldspath-Einsprenglinge sind sehr zahlreich aber klein (1,5 mm) und glasig,

daher erst bei genauerer Betrachtung zu erkennen. Auch die Augite treten wegen ihrer geringen Grösse und dunklen Färbung nur sehr wenig aus der schwarzen Grundmasse hervor. Die Grundmasse wird der Hauptsache nach gebildet von einer glasigen Basis, die globulitisch gekörnelt und vollkommen oder weniger undurchsichtig oder auch braun, an einigen Stellen aber auch klar ist. In dieser Basis liegen dann, nicht ganz soviel Raum wie diese einnehmend, Feldspath und Augitkryställchen. Die Feldspäthe der Grundmasse werden zuweilen so gross, dass sie allmählich zu den Einsprenglingen hinüber leiten.

Guarnieocha. Dunkle und hellere graublane bis graubraune Gesteine, zuweilen mit stark porphyrischem Habitus. Die weissen, auch wohl gelblichen, nicht sehr grossen aber recht zahlreichen Feldspath-Einsprenglinge heben sich aus der dunkleren Grundmasse, die für das blosse Auge dicht erscheint, unter dem Mikroskop sich aber als ein mehr oder weniger feiner Mikrolithenfilz mit einigen Augit- und Erzkörnchen erweist, recht deutlich hervor. Augit-Einsprenglinge sind nicht häufig, in einigen Varietäten sehr selten, makroskopisch sind sie schlecht zu erkennen. In der Grundmasse dieser Gesteine treten die aureolenartigen Concretionen von Feldspath-Mikrolithen auf, die bei Beschreibung der Grundmasse erwähnt wurden. Einige Handstücke dieser Laven machen den Eindruck, als seien es eutaxitische Varietäten; in Wirklichkeit sind es aber doch wohl durch irgend welchen Vorgang in grobe, auch sehr feine Stückchen mit oft scharfen Kanten und Ecken zertrümmerte Laven, die dann durch ein der Lava chemisch sehr nahe verwandtes Magma wieder verkittet wurden.

Imbabura.

Typische Augit-Andesite treten an dem Imbabura hinter Hornblende- und Hornblende-Augit-Andesit ziemlich zurück.¹⁾ Z. Th. repräsentiren sie schon Uebergänge in die Hornblende-Andesite. Der Uebergang wird jedoch nicht dadurch, dass als charakteristischer Einsprengling neben Augit auch Hornblende auftritt, eingeleitet, sondern dadurch, dass der Augit, der offenbar ein Neubildungsprodukt aus zerfallener Hornblende darstellt, sich noch nicht bis zu einer gewissen Höhe individualisirt hat und in diesem, man möchte sagen Embryonalzustand, von einem unbefangenen Beobachter eher zerfallene Hornblende als werdender Augit genannt würde.

Die Gesteine liegen hier vor von den Fundpunkten: Wasserfall, Grund der Caldera, 3950 m, vom linken Calderagebänge im oberen Theil ca. 4100 m, aus dem

¹⁾ Vergl.: C. W. Gumbel. Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der K. Bayr. Akademie der Wissenschaften. München 1881, XI. p. 352.

Hintergrund der Caldera, aus der Quebrada seca. Von Derrumbo del Asaya, S. Pablococha, von der Quebrada, welche von der Südwestseite des Berges bei Asaya herabkommt, zwischen Asaya und Iluman, vom Hauptberg; aus der Chorrera de Peguche; von dem kleinen Kegel am S.S.W.-Fuss bei Peñadillas, Laguna de San Pablo, Quebrada de Agua larga de Jaramillo, Quebrada de las Piedras bei Tanguarín, N.W.-Seite vom Imbabura. Hinter San Antonio am Wege nach Hatun-taqni, anstehend N.W. des Berges.

Es sind zum grössten Theil dunkelgranblaue, zuweilen auch rothe und bräunlich gelbe Farbe annehmende compacte, auch wohl schlackige spec. schwere Gesteine, die meist ziemlich ebenen Bruch haben. Aus der dunklen oder auch rothen Grundmasse heben sich die meist sehr zahlreichen, aber stets recht kleinen, nicht über 1,5 mm grossen weissen, zuweilen auch klaren Feldspathe recht deutlich heraus. Der Augit ist nicht sehr häufig. Bei den augitreichsten Varietäten kommt auf 1 qcm Gestein höchstens etwa 4 qmm Augit.

An Grösse übertrifft der Augit den Feldspath bei weitem, die Krystalle und Haufwerke von bis zu etwa 6 Krystallkörnern, die die sog. Augitaugen bilden — makroskopisch nicht zu unterscheiden —, werden bis zu 7 und 8 mm gross. In der dunklen Grundmasse sind sie ihrer tief grünen Farbe wegen schlecht, sehr gut aber in der rothen Grundmasse zu erkennen. Die Grundmasse ist meist pilotaxitisch oder hyalopilitisch, in einzelnen Fällen muss sie auch wohl als „glasgetränkter Mikrolithenfilz“ bezeichnet werden. Bei den Gesteinen aus der Chorrera de Pegucha wird sie von einer glasigen, globulitisch gekörneltten Basis und zahlreichen, in diese eingebetteten, gut begrenzten Feldspathkryställchen gebildet. Der Augit dieser Gesteine ist zum grossen Theil ein aus Hornblende entstandener.

Cuvitebe.

Die Augit-Andesite herrschen hier unbedingt. Es sind schwarze, dunkel oder auch hellgrüne, bisweilen auch rüthliche, ziemlich feste und compacte Gesteine; auch schlackige Varietäten sind vertreten. Der porphyrische Charakter tritt, je nach dem die Feldspatheinsprenglinge sehr klein bleiben, dann fast noch zur Grundmasse gerechnet werden können und klar sind oder stärker anwachsen, bis zu 4 mm gross werden und weiss aus der meist dunklen Grundmasse aufleuchten, mehr oder weniger zurück. Augit ist makroskopisch wegen seiner dunkelgrünen Farbe meist erst bei genauer Betrachtung als solcher deutlich zu erkennen. Die Grundmasse ist pilotaxitisch bis hyalopilitisch, Augit nimmt nicht unbeträchtlichen Antheil an der Zusammensetzung derselben. Charakterisirt sind diese Gesteine vornehmlich dadurch, dass der Augit vielfach grosse Erzmengen ein-

geschlossen enthält oder einen dicken, oft unregelmässigen Erzrand hat, auch zuweilen in auffallend hornblendeähnlichen Schnitten sich darbietet, was darauf hinweist, dass er aus Hornblende entstanden ist. Die Gesteine vom Gipfel des Cuuru enthalten ganz vereinzelt kleine Hornblenden und Olivine, die aber makroskopisch nicht zu erkennen sind.

Cusin.

Die Gesteine sind, was ihre äusseren Eigenschaften betrifft, sehr verschieden; sie sind compact und schlackig, weich und zerreiblich und sehr fest und schwanken in der Färbung sehr auffallend; sie sind hell, fast weiss, grau und schwarz, roth, gelb und braun. Als gemeinsames Charakteristikum haben sie aber eine scharf ausgeprägte porphyrische Struktur, die besonders unter dem Mikroskop hervortritt. Makroskopisch hebt sich der Feldspath, je nachdem er glasig oder weiss und die Grundmasse hell, roth oder dunkel gefärbt ist, mehr oder weniger heraus. Der Augit ist in einigen Varietäten recht häufig, in anderen wieder ziemlich selten. Die Grundmasse besteht meist aus einem glasgetränkten Mikrolithenilz, zuweilen auch aus braunem oder hellem Glas, in dem nicht sehr viele, mässig gut begrenzte, sehr kleine Feldspäthe schwimmen. Hyalopilitischen Charakter nimmt die Grundmasse nicht an.

Angochagua-Gebirge.

Die Gesteine, deren Farbe durchweg in dunkleren und helleren grauen Tönen schwanken, sind recht feste compacte Laven. Feldspath tritt in ihnen als Einsprengling sehr zurück. Als typische Augit-Andesite sind sie an der Loma de Canamballa entwickelt.

An der Yaguareocha, der Rinconada, in dem Ort Angochagua und Santa Marta haben die Gesteine einen wechselnden, aber zu beträchtlicher Höhe ansteigenden Olivinegehalt, so dass man öfters versucht ist, die Gesteine als Basalte zu bezeichnen. Sonst gleichen sie vollkommen den beschriebenen Augit-Andesiten.

2. *Amphibol-Andesite.*

Imbabura.

Die Hornblende-Andesite aus dem Gebiete des Imbabura sind, wie schon im Eingang erwähnt, nur unter gewissen Bedingungen und auch dann noch mit einer ziemlichen Willkür zu dieser Gruppe von Gesteinen zu rechnen. Man sieht in den Schlfen dieser

Gesteine der Reihe nach die sämtlichen s. Z. beschriebenen Zersetzungs- und Umbildungserscheinungen, die an der Hornblende überhaupt beobachtet wurden. Tritt auch der neugebildete Augit neben den noch wenig individualisirten Zerfallprodukten der Hornblende schon recht deutlich in diesen Gesteinen hervor, so wurden dieselben dennoch bei der Gruppe der Hornblende-Andesite belassen, da sie in den anderen Eigenschaften vollkommen mit denen übereinstimmen, die die charakteristischen Typen dieser Gruppe bilden. Diese Gesteine, die in genetischer Beziehung die vermittelnden Glieder zwischen typischem Hornblende-Andesit und Augit-Andesit bilden, nehmen auch in ihren sonstigen Eigenschaften eine besondere Stellung unter den Andesiten ein. Als Einsprenglinge treten nur die ehemaligen, z. Th. aber auch wohl noch erhaltenen Hornblendenauf, die sich makroskopisch als schwarze, meist wenig glänzende, opake Punkte und Säulen, zuweilen bis zu 1 cm gross, aus der verschiedenartig gefärbten, hauptsächlich aber in grauen Tönen sich haltenden Grundmasse ziemlich deutlich hervorheben. Der Feldspath ist durchweg nur in einer Generation vertreten; derselbe ist mit blossen Auge nur sehr selten zu erkennen, eine Grösse von 0,5 mm erreichen die Kryställchen nur in wenigen Gesteinen; sie liegen in kleinen Leisten und Täfelchen von 0,05—0,3 mm anwachsend, mit grösseren oder kleineren sehr zahlreichen oder auch spärlicheren Augitkörnern und Säulchen in einer mehr oder wenig deutlich mikrolithisch entglasten oder auch rein glasigen Basis, die aber wenig hervortritt, und bilden mit dieser die Hauptmenge oder eigentlich das ganze Gestein, denn die Hornblende oder deren Zerfallprodukte nehmen einen sehr bescheidenen Antheil an dem Aufbau des Gesteins. Meist fühlen sich die Gesteine rauh an, wie ein weicher Sandstein, sie sind spec. leichter und viel weniger fest als Augit-Andesite, auch haben sie nie den Klang beim Anschlagen wie diese, angenommen den Fall, dass die Basis glasig ist und etwas hervortritt wie bei einem Vorkommen auf der gegen die Caldera vorspringenden Zacke der Cuchilla zwischen Frailejon und der höchsten Kraterumwallung des Imbabura. Die Hauptfundpunkte für diese Gesteine sind: In erster Linie: Quebrada de Iluman, El Hondon und Cresta del Gallo, dann der Derrnmba del Asaya, die Quebrada secca zwischen 2660—3660 m, die Caldera del Imbabura; der Asaya; El Frailejon und die Cuchilla, nahe El Frailejon, Imbabura 4400 m.

Cayambe.

Die Hornblende-Andesite des Cayambe sind durchgängig Gesteine von deutlich porphyrischem Habitus, sie sind meist dunkel — selten heller — blaugrau gefärbt; nur vereinzelte Varietäten haben schwach rüthliche oder auch deutlich ziegelrothe Farbe. Das Gefüge der Gesteine ist meist ein ziemlich lockeres, es wechselt sehr schnell, oft geht in

ein und demselben Handstück die Struktur mehrmals in eine bimssteinartige und wieder kompaktere über. Die Feldspath-Einsprenglinge sind recht zahlreich und erreichen in einigen Vorkommnissen eine Grösse von 8 auch wohl 10 mm, im Allgemeinen schwanken ihre Dimensionen jedoch zwischen 3 und 4 mm. Ihrer weissen Farbe wegen heben sie sich aus der Grundmasse recht deutlich hervor. Die Hornblende zeigt sich in wechselnder Menge, in 5—7 mm langen, meist aber kürzeren lebhaft glänzenden oder ziemlich matten schwarzen Säulchen. Unter dem Mikroskop erweist sich die Grundmasse als pilotaxitisch, hyalopilitisch oder als ein glasgetränkter Mikrolithenfütz, seltener ist sie rein glasig. In letzterer Ausbildung weist dieselbe gar nicht selten schöne sphärolithische Entglasungsprodukte, Trichite, Margarite und Longulite auf. Der Feldspath ist sehr deutlich zonar aufgebaut, zeigt vielfach mikropertitische Verwachsung mit einem anderen Glied der Plagioklas-Reihe und ist stets nach dem Albit- oder Periklin-Gesetz oder nach beiden verzwillingt. Die Hornblende ist grün, bräunlich grün und braun; fast in jedem Schliff ist ihr Zerfall und die Neubildung von Augit aus ihr zu beobachten. Zuweilen tritt Glimmer als Einsprengling auf, aber doch immer nur in vereinzelten Kryställchen.

Die Hauptfundpunkte dieser Gesteine sind die Moräne des Maynren-Gletschers und des Tarugacorra-Gletschers in einer Höhe von 4100—4500 m und an der Loma Rumipungu. Auf dem Arenal zwischen Maehai de la Cruz und Yanacorra kommen in grosser Zahl Blöcke eines auffällig bimssteinartigen Gesteins vor. Es sind dies Augit führende Hornblende-Andesite von grauer, zuweilen fast weisser Farbe. Die Oberfläche der Blöcke ist sehr rauh, aus der hellgrauen glasigen Grundmasse treten die Einsprenglinge von Plagioklas und Hornblende sehr schön körperlich hervor und zwar, was den Feldspath betrifft, in Krystallen bis zu 10 mm Grösse mit recht guter Formungrenzung, nämlich den Flächen M (010), P (001), x (101), y (201), T ($\bar{1}\bar{1}0$), l (110). Die Krystalle erwecken fast den Anschein, als seien sie aufgewachsen. Als Resultat einer oberflächlichen Verwitterung und Fortführung der glasigen Grundmasse und dadurch bedingtes Hervortreten der Einsprenglinge ist die Erscheinung wohl nicht zu erklären, da sonst nirgends Spuren von Verwitterung der Grundmasse an den Gesteinen des Cayambe beobachtet wurden. W. Reiss bezeichnet die Blöcke als Bomben, da ist wohl die Annahme einer primären Bildung des Gefüges aus dem Feuerfluss die nächstliegende. Unter dem Mikroskop erweist sich die Hornblende als grün, die Grundmasse ist ein z. Th. langstrühiges Glas.

3. *Amphibol-Pyroxen-Andesite.*

Diese Gesteine liegen in vereinzelten Handstücken vom Imbabura und Cayambe vor und schliessen sich sehr eng an die Amphibol-Andesite an. Sie sind solche Varietäten

der letzteren, in denen der Pyroxen, der den Amphibol-Andesiten fast nie ganz fehlt, sich ungefähr gleichberechtigt neben der Hornblende einstellt; ob derselbe als primäre Ausscheidung oder als Neubildungsprodukt aus zerfallener Hornblende aufzufassen ist, kommt hier nicht in Betracht. Der äussere Habitus der Gesteine, was Farbe, Festigkeit, Grösse der Einsprenglinge und Ausbildungsform der Grundmasse betrifft, ist ganz der der Amphibol-Andesite, nur erkennt man in ihnen auch schon makroskopisch einzelne Pyroxenkrystalle. Auch unter dem Mikroskop unterscheiden sie sich nur dadurch von den Amphibol-Andesiten, dass Pyroxen sich breiter macht.

4. *Dacite.*

Dacite treten in dem dieser Arbeit zu Grunde liegenden Gebiet nur am Mojanda auf, und zwar in zwei recht gut von einander zu unterscheidenden Varietäten.

Die eine, welche den Fuyafuya, den höchsten Gipfel des Mojanda, aufbaut, steht den Amphibol-Andesiten sehr nahe, während die andere, am Südfuss des Mojanda auftretend, was die Struktur anbetrifft, sich dem trachytischen Habitus nähert.

Makroskopisch sind beide vor den Andesiten durch einen grossen Reichthum an Feldspathicinsprenglingen, die stets weiss und verhältnissmässig gross (zwischen 0,8 bis 1,3 cm) sind und durch deutlich hervortretenden Quarz ausgezeichnet; ferner durch ihre helle graue und röthliche Farbe und dadurch, dass sie meist ein lockeres Gefüge haben und sich sehr rauh anfühlen. Sie sind beide typische Amphibol-Dacite mit accessorisch auftretendem Pyroxen. Auch in ihnen erleidet die Hornblende, grüne wie braune, den oben eingehend beschriebenen Zerfall.

Der Typus des Gesteins vom Fuyafuya zeigt unter dem Mikroskop gar nicht selten kleine Olivin-Einsprenglinge und eine ausgesprochene andesitische, sowohl pilotaxitische wie hyalopilitische Grundmasse; für ihn wäre die Bezeichnung Quarz-Andesit sehr zutreffend.

Der andere Typus, wie er vom Dorfe Puéllaro und etwa 100 m oberhalb Alchipichil vorliegt, führt keinen Olivin und hat eine deutlich körnige Grundmasse, die bei allgemeiner Besprechung derselben genauer beschrieben wurde, hierdurch ist er unter dem Mikroskop auf den ersten Blick von dem anderen zu unterscheiden, auch führt er zuweilen grössere Einsprenglinge von Biotit. Sein Quarzgehalt ist bedeutend höher als der des Fuyafuyatypus, es tritt dies sowohl bei der makroskopischen Betrachtung, als durch die Analyse deutlich hervor. Der Quarz zeigt, wie schon erwähnt, zuweilen rosenthle Farbe.

In welchen etwaigen genetischen Beziehungen die beiden Varietäten zu einander stehen, lässt sich hier nicht entscheiden.

C. Chemische Analysen einiger Haupttypen der untersuchten Gesteine.

Die im Folgenden gegebenen Analysen habe ich im chemischen Laboratorium des hiesigen mineralogisch-petrographischen Instituts ausgeführt.

Ich habe dabei den Gang gewählt, wie ihn Dittrich in den Mittheilungen der Grossherzoglich Badischen Geologischen Landesanstalt, III. Band, 3. Heft, 1893, angibt.

1. *Pyroxen-Andesit*

vom Ost-Ufer der Carieocha am Fnss des Santo Domingo, Caldera del Mojanda.

Dunkel bläulich graues, etwas schlackiges Gestein mit weisslichen, doch ziemlich klaren, bis 3 mm gross werdenden, nicht sehr zahlreichen Feldspathen und dunkel grünen, glänzenden, oft 5 mm grossen, ziemlich häufigen Pyroxenen. Auf etwa drei Feldspath-Einsprenglinge kommt ein Pyroxen.

Unter dem Mikroskop erweist sich das Gestein als ein sehr deutlich porphyrisch ausgebildeter Typus. Die Grundmasse ist typisch pilotaxitisch und führt nicht selten kleine Augitsünchen und Körnchen, sowie Erzpartikelchen; sie ist deutlich fluidal striirt. In dieser Grundmasse liegen sehr charakteristisch, als Einsprenglinge hervortretend, Plagioklas, Augit und Hypersthen.

Si O₂ — 53,47

Al₂ O₃ — 18,39

Fe₂ O₃ — 4,30

Fe O — 5,55

Ca O — 7,57

Mg O — 5,35

K₂ O — 1,56

Na₂ O — 3,04

H₂ O — 0,70

Ti O₂ — 0,30

Sa. 100,23

Specif. Gew. 2,82.

2. *Amphibol-Pyroxen-Andesit.*

Crista del Gallo. S.O.-Fuss des Imbabura.

Röthlich graues, festes und compactes, sich wie Sandstein anführendes Gestein. Feldspathe treten als makroskopisch erkennbare Einsprenglinge nicht auf. In vereinzelt. 2 mm grossen, meist aber viel kleineren, schwärzlich braunen, zuweilen auch glänzenden Kryställchen erkennt man, aber nur sehr unsicher, Hornblende. Unter dem Mikroskop zeigt sich, dass das Gestein aus einer mikrolithisch entglasten Basis besteht, in der sehr zahlreiche von 0,02—0,5 mm lange Feldspathleisten, Angit, Hornblende, Opacit und Erzkörnchen liegen. Die Hornblende-Einsprenglinge, die bis 3 mm gross werden, sind vollständig oder doch zum grössten Theil opacitisirt, z. Th. auch schon in klaren Augit umgewandelt. Der Augit enthält stets Erz oder Opacit eingeschlossen oder ist doch mit diesem letzteren verwachsen.

Si O ₂	— 59,95
Al ₂ O ₃	— 17,56
Fe ₂ O ₃	— 4,73
Fe O	— 2,03
Ca O	— 6,06
Mg O	— 3,28
K ₂ O	— 1,77
Na ₂ O	— 3,92
H ₂ O	— 0,43
Ti O ₂	— 0,17
P ₂ O ₅	— 0,38
Sa.	100,28
Specif. Gew.	2,72.

3. *Amphibol-Andesit.*

Loser Block, Arenal zwischen Machai de la Cruz und Yanacorral, 4200 m, Nordseite des Cayambe.

In einer glasig glänzenden grauen und milchweissen, wechselnden Grundmasse liegen recht zahlreiche 2—4 mm grosse weisse Feldspäthe und tief schwarze, sehr lebhaft glänzende 1—5 mm grosse Hornblendesinkchen.

Unter dem Mikroskop zeigt sich, dass die Grundmasse eine gemischte glasige und hyalopitische ist, wie sie bei der allgemeinen Behandlung derselben näher beschrieben wurde. Die Feldspathe sind durch deutliche Form-Umgrenzungen und Zwillingsbildungen nach dem Albit- und Periklingesetz, sowie durch sehr deutlichen zonaren Aufbau ausgezeichnet. Die Hornblende ist grün, enthält Glas, Glimmer und Feldspath-Einschlüsse und ist theilweise randlich in ein Magnetit-Pyroxen-Aggregat zerfallen. Einige Augit- und Hypersthen-Einsprenglinge sind durch ihre Form, die sehr an die der Hornblende erinnert, ihren z. Th. faserig steinglügen Aufbau und ihr unbestimmtes optisches Verhalten, wie schwaches Polarisationsvermögen, mit Bestimmtheit als aus Hornblende entstanden zu erkennen. Sehr dichter und kompakter, metallartig glänzender Opacit, der leicht auch eine Deutung als Magnetit zulässt, besonders einer oft rechteckigen bis quadratischen Scheitte wegen, tritt in nicht seltenen bis millimetergrossen Parteen meist mit Pyroxenkrystallen verwachsen auf.

Si O_2	— 64,61
$\text{Al}_2 \text{O}_3$	— 16,52
$\text{Fe}_2 \text{O}_3$	— 2,13
Fe O	— 2,58
Ca O	— 4,60
Mg O	— 2,10
$\text{K}_2 \text{O}$	— 2,83
$\text{Na}_2 \text{O}$	— 4,84
$\text{H}_2 \text{O}$	— 0,20
Ti O_2	— Spur
$\text{P}_2 \text{O}_5$	— Spur
Sa.	100,41
Specif. Gew.	2,54

4. *Amphibol-Dacit.*

Ostseite des Fuyafuya. Caldera del Mojanda.

In einer aschgrauen, von feinen, etwas röthlichen Parteen durchzogenen Grundmasse liegen sehr deutlich hervortretend 2—7 mm grosse, recht zahlreiche, rein weisse Feldspathe und kleine, nicht über 3 mm lang werdende, sehr matt glänzende Hornblende-sünlehen. Quarz ist erst bei genauerer Betrachtung zu erkennen. Höchst selten ist

makroskopischer Olivin vorhanden. Unter dem Mikroskop zeigt sich, dass die Hornblende — basaltische — fast vollständig in Opacit zerfallen ist. Der Zerfall der Hornblende ist an diesem Gestein fast in jedem Stadium zu studiren. Olivin tritt unter dem Mikroskop recht deutlich hervor, und zwar in Einsprenglingen, die wohl eine Grösse von 2 mm erreichen. Quarz ist auch im Schliff selten. Die Grundmasse besteht aus einer die ersten Anfänge der Individualisirung zeigenden glasigen Basis, in der zahlreiche Feldspathkryställchen und vereinzelte Pyroxenkörnchen liegen.

Si O ₂ —	64,08
Al ₂ O ₃ —	14,28
Fe ₂ O ₃ —	4,34
Fe O —	3,04
Ca O —	5,10
Mg O —	2,20
K ₂ O —	2,75
Na ₂ O —	4,21
H ₂ O —	0,60
Sa, 100,60	
Specif. Gew.	2,67

5. *Amphibol-Dacit.*

Looser Block aus einem Breccientuff. Weg nach Malchinguf, oberhalb Alchipichl.

In blassziegelrother Grundmasse liegen sehr zahlreiche von 2 bis 13 mm grosse weisse Feldspathe, häufige bis 8 mm grosse wasserklare Quarze und kleine höchstens 1 mm grosse, sich aus dem Gesteinsgewebe kaum hervorhebende dunkle Punkte, die bei Betrachtung mit blossen Auge keine Dentung zulassen. Das Gestein ist, obwohl völlig frisch, sehr mürbe und brüchlich.

Unter dem Mikroskop erweist sich der Feldspath als sehr klar, ohne Einschlüsse, wohl umrandet, deutlich nach dem Albit- und Periklingesetz verzwillingt und sehr markant zonar aufgebaut. Häufig beobachtet man besonders im Kern der Krystalle mikropertithische Verwachsung zweier Plagioklase. Quarz ist klar, enthält wenig Einschlüsse und tritt fast nur in stark verundeter Form auf. Die Hornblende, ehemals brünnlich grüne, ist

fast vollständig zerfallen; bis auf ganz geringe Spuren des Minerals werden ihre Schnitte von mehr oder weniger individualisirtem Opacit eingenommen. Das Eisenoxyd des Opacits ist z. Th. in Hydroxyl übergegangen, wodurch jener oberflächlich eine rothe Farbe angenommen hat, deshalb sind seine Schnitte bei makroskopischer Betrachtung kaum von der rothen Grundmasse zu unterscheiden. Olivin tritt nicht auf, Glimmer sehr selten. Die Grundmasse ist hypidiomorph körnig und dicht gespickt mit feinen Nadelehen eines bräunlichen Bisilikats, vielleicht ist dies Augit, der seine Form der Hornblende verdankt, aus der er entstanden gedacht werden kann.

Si O_2 — 68,29

Specif. Gew. 2,67

TAFEL I.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Plagioklas mit tiefer Einbuchtung, durch magmatische Corrosion hervorgerufen. Obj. 4.*) Oc. 2; Nikols gekreuzt. Aus Amphibol-Dacit vom Fuyafuya, Mojanda.

Fig. 2. Beginnender Zerfall der Hornblende. Die braune Hornblende ist ganz von Opacit erfüllt, nur an wenigen Stellen ist sie noch klar durchsichtig. Obj. 4, Oc. 2; ohne Analysator. Aus Amphibol-Dacit von der Ostseite des Fuyafuya, Caldera del Mojanda.

Fig. 3. Zerfall der Hornblende. Im Innern ist die grüne Hornblende noch erhalten, der grösste Theil des Schnitts wird aber von einem glasartigen Silikat eingenommen, aus dem sich an vielen Punkten allmählig Augit entwickelt. Zahlreiche Magnetit- bzw. Opacitpartikel sind eingeprengt. Obj. 5, Oc. 2; Nikols gekreuzt. Aus Amphibol-Dacit vom Nordfluss des Mojanda bei Alchipichi.

Fig. 4. Zerfall der Hornblende. In der Mitte des Schnitts liegen kleine, noch erhaltene Fetzen von brauner Hornblende und Opacitmassen, sonst wird der Schnitt eingenommen von dem glasartigen Silikat, das sich aber zum grossen Theil schon in Augit umgewandelt hat. Obj. 4, Oc. 2; ohne Analysator. Aus Pyroxen-Amphibol-Andesit vom Mayurcu-Gletscher, Cayambe.

Fig. 5. Dasselbe wie No. 4 bei gekreuzten Nikols, man sieht, dass die Augitkörnerchen und Säulchen fast alle parallel zu einander orientirt sind. Eine ähnliche Orientirung erkannten schon Doelter u. Hussak l. c. 1884 p. 25.

*) Hier und in der Folge sind Hartnack'sche Systeme verwandt worden.

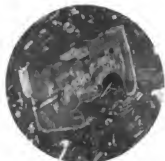


Fig. 1.

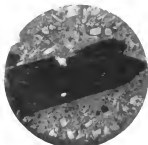


Fig. 2.

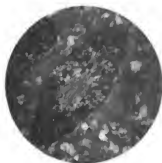


Fig. 3.

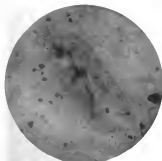


Fig. 4.

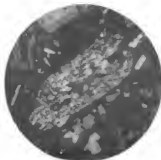


Fig. 5.

TAFEL II.

Figuren-Erklärung.

Fig. 6. Zerfall der Hornblende: Die im Kern frisch erhaltene grüne Hornblende geht randlich direkt in Augit über. Die Augitfäsern wachsen gewissermaassen aus der Hornblende heraus; winzige Magnetitkörnchen liegen in dem neugebildeten Augit. Obj. 5, Oc. 2; Nikols gekreuzt. Block aus der westlichen vom Muyurcu-Gletscher stammenden Quebrada, in ca. 4100 m Höhe; N.O.-Seite des Cayambe.

Fig. 7. Hornblende mit Einbuchtung und beginnenden Dissociationserscheinungen. Aus Hornblende-Andesit, Nordfuss des Imbabura. Obj. 2, Oc. 2; ohne Analysator.

Fig. 8. Aus Hornblende entstandener Augit. Das glasartige Silikat, das Dissociationsprodukt der Hornblende, hat sich bis auf ganz geringe Reste in Augit verwandelt. Das überschüssige Eisenoxyd ist dabei als Magnetit bezw. kompakter Opacit ausgeschieden. Obj. 4, Oc. 2; ohne Analysator. Aus Pyroxen-Amphibol-Andesit vom Muyurcu-Gletscher. Cayambe.

Fig. 9. Dasselbe wie No. 8 bei gekreuzten Nikols.*)

Fig. 10. Zerfall der Hornblende. Randlich ist die braune Hornblende noch erhalten, im Innern des Schnitts geht sie in schnellem Uebergang durch Opacit und das glasige Silikat in mehrere grosse, nicht völlig genau parallel orientirte Augitpartieen über. Obj. 0, Oc. 3; ohne Analysator. Aus einem Amphibol-Andesit, der als Geröll in der Quebrada seca (2665 m) des Imbabura vorkommt.

*) Der Tubus des Mikroskops ist etwas verkürzt, daher das Bild etwas kleiner.

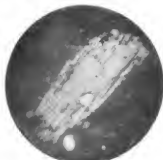


Fig. 6

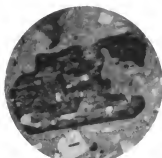


Fig. 7

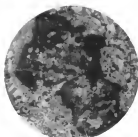


Fig. 10.

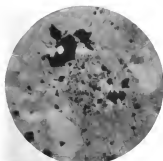


Fig. 8.

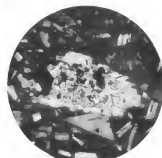


Fig. 9

TAFEL III.

Figuren-Erklärung.

Fig. 10a. Eine Partie aus dem Schnitt No. 10 an einer Stelle, wo die noch frische Hornblende in Opacit und das klare glasige Silikat, und dieses wieder in Augit und Magnetit übergeht. Obj. 7, Oc. 3; ohne Analysator.

Fig. 11. Eine ehemalige Hornblende, deren Dissociationsprodukte sich schon zu einer einheitlichen, sehr unsicher umgrenzten und nur äusserst schwach polarisirenden Augitmasse und zu Magnetitkörnchen, die besonders randlich angehäuft sind, individualisirt haben. Obj. 4, Oc. 2; ohne Analysator. Amphibol-Pyroxen-Andesit aus der Quebrada de agua larga de Jaramilla, Weg von Peguche nach Esperanza, N. von Hunan, W.-Seite des Imbabura.

Fig. 12. Aus Hornblende entstandener einheitlicher Augitkrystall, das überschüssige Erz ist randlich ausgeschieden, der Augit wirkt kräftig auf das polarisirte Licht ein; z. Th. ist derselbe durch die Operation des Schleifens zerstört. Obj. 4, Oc. 2; ohne Analysator. Aus demselben Schriff wie No. 11.

Fig. 13. Bräunlich grüne Hornblende; die randlich ganz und im Innern noch in Fetzen erhalten ist, geht in sehr schnellem Uebergang durch Opacit und das klare, glasartige Silikat an vielen Stellen zugleich in klaren, kräftig polarisirenden und im ganzen Schnitt einheitlich orientirten Augit über; zugleich wird dabei ziemlich viel Erz ausgeschieden. Obj. 1, Oc. 3; ohne Analysator. Vom Yanscorral-Gletscher, Cuyambe.

Fig. 14. Klarer einheitlicher Augitkrystall in Hornblendeform, im Innern enthält er noch etwas von dem glasigen Silikat und kompakten Opacit, randlich ist er mit grossen Magnetitkrystallen verwachsen. Obj. 4, Oc. 2; bei gekreuzten Nikols. Aus Augit-Andesit vom Angla-Pass am Nordfuss des Cusi.

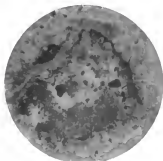


Fig. 11.

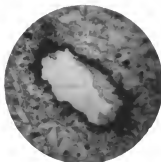


Fig. 12

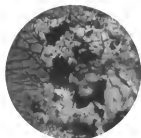


Fig. 10a.



Fig. 13.



Fig. 14

INHALT DER ERSTEN LIEFERUNG.

Die Berge des Ibarra-Beckens und der Cayambe, mit Taf. I—III.
Bearbeitet von Ernst Esch.

*Titel, Vorwort und Inhaltsverzeichnis werden mit der Schlusslieferung des Bandes
ausgegeben.*

Aus der Sammlung:

W. REISS UND A. STÜBEL, REISEN IN SÜD-AMERIKA

erschienen ausser der vorliegenden Lieferung bis jetzt im unterzeichneten Verlage die folgenden Monographien:

Skizzen aus Ecuador. Dem VI. Deutschen Geographentage gewidmet von **Alphons Stübel**. Illustrierter Katalog ausgestellter Bilder. Mit 63 eingedruckten Illustrationen. IX und 96 Seiten gross 4°. 1886. geheftet. Preis 6 Mark.

Lepidopteren, gesammelt auf einer Reise durch Colombia, Ecuador, Perú, Brasilien, Argentinien und Bolivien in den Jahren 1868—1877 von **Alphons Stübel**. Bearbeitet von **Gustav Weymer** und **Peter Maassen**. Mit 9 colorirten Tafeln. VI und 182 Seiten gr. 4°. 1890. Halbleinwandband. Preis 30 Mark.

Das Hochgebirge der Republik Ecuador. I. Petrographische Untersuchungen. 1. West-Cordillere. Bearbeitet im mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Berlin.

Lieferung 1 mit 2 Tafeln. 140 Seiten gr. 4°. 1892. geh. Preis 10 Mark.
" 2 " 3 " 84 " " " 1893 " " 8 "

Geologische Studien in der Republik Colombia. I. Petrographie.

1. Die vulkanischen Gesteine. Bearbeitet von **Richard Köch**. Mit 9 Tafeln in Lichtdruck. XIV und 204 Seiten gross 4°. 1892. geheftet. Preis 20 Mark.

III. Astronomische Ortsbestimmungen. Bearbeitet von **Bruno Peter**. XXII und 328 Seiten gr. 4°. 1893. geheftet. Preis 22 Mark.

Ferner erschien im unterzeichneten Verlage:

Das Todtenfeld von Ancon in Perú. Ein Beitrag zur Kultur und Industrie des Inca-Reiches. Nach den Ergebnissen eigener Ausgrabungen von **W. Reiss** und **A. Stübel**. Mit Unterstützung der General-Verwaltung der Königlichen Museen in Berlin. 141. Tafeln in Farbendruck mit Text. 3 Bände gross-folio. 1880—1887. In Leinwandmappen. Preis 420 Mark.

Kultur und Industrie südamerikanischer Völker. Nach den im Besitze des Museums für Völkerkunde in Leipzig befindlichen Sammlungen von **A. Stübel**, **W. Reiss** und **B. Koppel**. Mit Text und Beschreibung der Tafeln von **Max Uhle**. 2 Bände mit 55 Tafeln (35 in Farbendruck, 20 in Lichtdruck) gross-folio. 1889—1890. In Halbleinwandmappen. Jeder Band 80 Mark.

Unter den Linden 13.

BERLIN W.

A. ASHER & CO.

12975
W. REISS UND A. STÜBEL: REISEN IN SÜD-AMERIKA

DAS
HOCHGEBIRGE
DER
REPUBLIK ECUADOR
II

PETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

2. OST-CORDILLERE

BEARBEITET IM

MINERALOGISCH-PETROGRAPHISCHEN INSTITUT
DER UNIVERSITÄT BERLIN

LIEFERUNG 2
(SCHLUSS DES WERKES)

BERLIN
VERLAG VON A. ASHER & CO.
1902.

II

DER COTOPAXI

UND DIE UMGEBENDEN VULKANBERGE:

PASOCHOA, RUMIÑAHUI, SINCHOLAGUA
UND QUILINDAÑA

BEARBEITET VON

A. YOUNG

MIT TAFEL IV—VII

I. Geologisch-topographische Beschreibung

von W. Reiss.

Einleitung.

Die interandine, als Mulde von Quito bezeichnete Einsenkung wird im Süden durch eine Anzahl vulkanischer Berge begrenzt, welche einerseits weit gegen Osten in das Gebiet der krystallinischen Schiefer vordringen, andererseits gegen Westen durch die Chaupi-Berge mit der Westcordillere in Verbindung stehen. Es ist einer jener Gebirgsknoten, durch welchen die Nord-Süd verlaufende, in die Gebirgsmasse der Cordillere eingesenkte Rinne in verschiedene Becken getheilt wird. A. v. Humboldt nennt ihn „Knoten von Chisnebe“, im Lande selbst wird er als „Ndo de Tinpullo“ bezeichnet, nach dem Pass (3604 m), in welchem sowohl der Camino real, als auch die neue Fahrstrasse das Gebirge überschreitet.

Der hervorragendste Berg dieses Gebietes ist der Cotopaxi (5943 m), der, seiner Grösse und schönen Form wegen zu den bedeutendsten vulkanischen Gebilden Ecuadors gebührend, von der Ostcordillere losgelöst, sich von allen Seiten freistehend als grossartiger, schneebedeckter Kegel den Blicken darbietet. Wie Trabanten sind ihm gegen Norden und Nord-Westen die vulkanischen Berge: Sincholagua (4988 m), Rumiñahui (4757 m) und Pascocha (4255 m) vorgelagert, Berge, welche in anderer Umgebung sowohl ihrer Höhe, als ihrer Gestaltung wegen eine hervorragende Stellung einnehmen würden. Gegen Osten schliesst sich an den Cotopaxi noch ein schneebedeckter Vulkanberg, der Quilindaña (4919 m), an, ringsum freistehend, aber für den bewohnten Theil des Landes durch den gewaltigen Cotopaxi-Kegel völlig verdeckt.

Die Gesteine der genannten Berge und deren Umgebung, soweit diese vulkanischen Ursprungs sind, bilden den Gegenstand der nachfolgenden Arbeit.

Im Knoten von Tiupullo liegt die Wasserscheide für die gegen Norden nach der Quito-Mulde und damit, durch Vermittelung des Río Guañabamba und des Río Esmeraldas, dem Stillen Ocean zufließenden Gewässer und den nach Süden gerichteten Wasserläufen, welche durch den Río Cutuchi dem Pastaza und damit dem Amazonas, also dem Atlantischen Ocean zugeführt werden. Die vom Cotopaxi und Quilindaña nach Osten gerichteten Thalläufe vereinigen sich am Ostfuss der Ostcordillere zu Nebenflüssen des Amazonas, gehören also auch dem atlantischen Entwässerungsgebiet an.

Pasocha¹⁾ (4255 m).

Der breit abgestumpfte, aus Laven und Schlackenmassen aufgebaute Kegel wird durch ein tiefes Kesselthal erschlossen, dessen Grund ungefähr 1300 Meter unter den höchsten Gipfeln des Berges gelegen ist. Die Caldera, wohl eine alte, durch die Erosion erweiterte Kraterensenkung, wird durch eine enge Schlucht entwässert. Die Schlucht sowohl, wie auch die Caldera, sind mit dichtem Wald erfüllt, der hier, wie auch im Rumiñahui, aussergewöhnlich hoch aufsteigt, wodurch die Untersuchung der Innenwände fast unmöglich wird. Der äussere Abhang des Berges, von radial verlaufenden Thälern durchfurcht, ist ganz mit Gras bewachsen, nur die höchsten Zacken der Calderaumwallung sind kahl. Der Berg baut sich aus Laven, Tuffen und Schlackenschichten auf, zu weichen sich, namentlich in den höheren Theilen, Agglomeratmassen gesellen, die vielfach von Lavengängen durchsetzt werden. Auf einem breiten Unterbau erheben sich schroff und steil die über 800 Meter hohen Gipfelfelsen, welche die Caldera umschliessen. Der Pasocha, ein kleiner Berg unter den Vulkanen Ecuadors, erreicht immerhin eine relative Höhe von 1600 Metern.

Rumiñahui²⁾ (4757 m).

Aehnlich gebaut wie der Pasocha, aber grösser, gewaltiger, aufragend bis zur Region des ewigen Schnees, bildet der Rumiñahui durch die schroff ausgezackten Felsen

¹⁾ Siehe auch: A. v. Humboldt, Kosmos IV, 1856, S. 573; Th. Wolf, Geografía y Geología del Ecuador, 1892, p. 88; A. Stübel, Die Vulkanberge von Ecuador, 1897, S. 173—177; Th. Wolf, ebd. S. 430. — Abbildungen: A. Stübel, Skizzen aus Ecuador, 1886, S. 73.

²⁾ Wolf, Geografía, p. 87; Stübel, Die Vulkanberge etc., S. 163—173; Wolf, ebd. S. 430. — Abbildungen: Stübel, Skizzen, S. 72, und: Die Vulkanberge, S. 408.

der Calderanunwallung einen der auffallendsten Berge in der Umgebung von Quito. Ans einer mehr dom- als kegelförmig gestalteten Bergmasse ragen die obersten Felsmauern steil empor. Die auch hier radial vom Berg ausgehenden Thäler zeigen alle in ihren oberen Theilen kesselartige Erweiterungen, welche ihre Entstehung einzig und allein den Wirkungen der Erosion verdanken. Der Rumiñahui, dessen untere Gehänge von Tuffen überlagert werden, besteht im Wesentlichen aus Laven, und auch die steile Felswand der Calderanunwallung wird aus vielen pseudoparallelen Lavenströmen gebildet, welche zwischen Schlackenagglomerat eingelagert sind. Gänge treten hie und da auf. Im Innern der Caldera hat sich eine mächtige Schutthalde am Fuss der steilen Gipfelselken angelagert, so dass dort der Bau der tieferen Theile verdeckt ist. Mehrere Bäche durchfurchen den Grund der Caldera (3950 m), getrennt durch niedere Rücken, ganz ähnlich, wie dies in der Caldera von Palma der Fall ist. Auch hier, am Rumiñahui, hat die Erosion schon mächtig gewirkt; doch aber ist der alte Kraterboden noch nicht soweit vertieft, dass sein Grund allmähig in das am Ansenhang entsprechende Thal überginge: ein steiler Absatz in der Sohle des Calderabeckens kennzeichnet noch die Stelle, an welcher der Durchbruch der Kraterunwallung sich befand. Die Caldera hat eine Tiefe von 806 Metern, vom höchsten Rand der Unwallung zum Grunde der kesselförmigen Einsenkung gemessen.

Gegen Westen führen die Abhänge des Rumiñahui zu den an den Fuss des liniza sich anschliessenden Chaupi-Bergen, welche den Uebergang zu der Westcordillere vermitteln. Die Ostabhänge verliessen mit denen des Pasochoa und dem Nordwestfuss des Cotopaxi zu einer gegen Nord geneigten Hochfläche, auf welcher am Fusse des Rumiñahui die Hacienda Pedregal (3531 m) liegt. Während also der Rumiñahui von Westen gesehen als ein Berg von nahe 1900 Meter relativer Höhe erscheint, beträgt seine Höhe über der Hochfläche von Pedregal nur etwas über 1200 Meter.

Sincholagua¹⁾ (4988 m).

Auf einem ziemlich flachen, von Thälern durchfurchten Unterbau, der in kleinen Kuppeln gipfelt (Yana-Sincholagua, 4506 m; Chuquira, 4589 m), erhebt sich schroff und

¹⁾ Wolf, Geografia, 1892, p. 38; Wympier, Travels amongst the Great Andes of the Equator, 1892, p. 137—164; Stübel, Vulkanberge, 1897, S. 147—149; Wolf, ebd., S. 428. — Abbildungen: Stübel, Skizzen, S. 72; Wympier, Travels, p. 161, 163; Wolf, Geografia, p. 88; Stübel, Die Vulkanberge, S. 407.

Die Umrisse des Sincholagua gleichen sehr jenen des Kenia, wie wir sie aus Herrn Höhnels Skizzen

steil die oberste mit Schnee und Eis bedeckte Felspyramide des Sincholagua. Die unteren meist mit Gras bewachsenen Gehänge lassen nur hier und da anstehende, bald dunkle, bald hellblaue schiefrige Laven erkennen, zwischen welchen in bimssteinartige Massen übergelende, helle Gesteine auftreten. Nur an den höchsten Gipfeln und an den schroffen Wänden der tiefen, Yahuil genannten, Caldera, sowie an den grossen Erdstürzen, an dem Derumbo grande und an dem Derumbo chiquito, welche beide an der Südwestseite des Berges gelegen sind, finden sich gute Aufschlüsse, die uns zeigen, dass pseudoparallele Lavenbänke und mächtige Agglomeratmassen, hie und da von Gängen durchsetzt, den Berg aufbauen. Im oberen Theil der gegen Norden hinabziehenden Loma Fala liegt unter fester Lava begraben eine Schlackenschicht voll schön ausgebildeter Bomben. Mächtige Schneefelder ziehen von den Gipfeln nach der Caldera herab, deren Grund eine kleine, Potrerillos genannte Fläche in 4166 m Höhe bildet, sodass also die Caldera 700 Meter tief in den Berg eingesenkt ist. In steilem Absatz senkt sich der Thalboden zu dem eigentlichen Yahuil, dessen Seiten dicht bewaldet sind. Seine oberen Felsumwallungen aber zeigen an einzelnen Stellen steil mit etwa 30° nach aussen geneigte Lavabänke, während andere Theile wesentlich aus Agglomeraten bestehen, von welchen grosse Schutthalden (Derumbos) nach abwärts sich erstrecken. Der schroffe Grat, an welchem entlang Herr Whymper seine Besteigung des Gipfels ausführte, dürfte wohl der mächtige, senkrecht stehende, nahezu Ost-West verlaufende Gang sein, welcher aus den rothen Schutthalden von Puca-allpa hervorragt. Sincholagua, Pasochoa, Rumiñahui, wie auch der später zu besprechende Quilindaya haben weder in historischer Zeit Ausbrüche gehabt, noch deuten neue Lavaströme auf eine erst vor Kurzem erloschene vulkanische Thätigkeit hin; es weisen vielmehr alle drei Berge bereits in deutlicher Weise die Zeichen der Erosionswirkungen auf, durch welche die gleichmässigen Gehänge der Eruptionsberge von Schluchten durchfurcht und in steile Felspartien zerschnitten werden. Dagegen hat der Sincholagua in historischer Zeit einen mächtigen Schlammstrom ergossen. Es lösten sich im Oktober des Jahres 1660, während eines heftigen Ausbruches des Pichincha, Felsmassen von den höchsten Theilen des Sincholagua. Der Felssturz versperrte den abfliessenden Gewässern den Weg, bis sie mit grosser Gewalt die zu Schlamm umgewandelten Erdmassen, mit Fels- und Eisblöcken untermischt, thalabwärts wälzen konnten.¹⁾

und Zeichnungen kennen gelernt haben: L. von Höhnel, Bergprofil-Sammlung während Graf Telekis Afrika-Expedition (1890, Taf. 17, vom Nachtlager 15. Okt. 1887; Taf. 18, vom Lager 17. Nov. 1887; Orographisch-hydrographische Skizze, Taf. I, No. 3, Bd. LVIII der Denkschriften der math.-naturw. Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien 1891.

¹⁾ Manuel Rodríguez: El Marañon y Amazonas, Madrid 1684, p. 255.

Der Sincholagua steht gegen Süden mit dem Cotopaxi in Verbindung, die Gehänge der beiden Berge vereinigen sich in dem Thal des Rio Pedregal (Salitre, 3775 m); gegen W. stösst er mit dem Rumiñahui und Paschoa zusammen, während gegen NW. seine Abhänge in einem steileren, terrassenförmigen Absatz nach dem Thale von Chillo allmählig verlaufen. Von der Nordwestseite, von Chillo und von Quito aus gesehen, bietet der Berg den bedeutendsten Anblick, da man von der Chillo-Fläche (2518 m) bis zum Gipfel des Berges (4988 m) die ganze Höhe auf einmal übersehen kann. Doch reicht der Fuss nicht so weit hinab, endigt vielmehr ungefähr bei der Hacienda Pinantura in 3142 m Höhe. Gegen Norden endigen die Abhänge des Sincholagua an dem Rio Iseo, der sie von dem von Norden herabziehenden Rücken des Antisana-Fussgebirges trennt.

Am Rio Iseo, der in seinem unteren Theile tief eingeschnitten, als Quebrada Guapal, in die Chillo-Ebene eintritt, erhebt sich das Sincholagua-Gebirge im Taladro (3593 m) und den zugehörigen Rücken noch zu beträchtlicher Höhe. Weiter gegen Osten vertiefen die Ausläufer des Sincholagua mehr und mehr mit den Abhängen des Antisana-Fussgebirges zu einem nahezu 4000 Meter hohen Hochland. Während aber der Ost-Fuss des Antisana in den tiefen Thälern des Schiefergebirges ruht, entwickeln sich als Fortsetzung des Sincholagua gegen Osten die Cerros del Valle vicioso, welche ihrerseits gegen Osten durch die Schieferberge des Cubillan (4345 m) begrenzt werden. Nur wenig sind diese Gebirgtheile bekannt, welche gegen Süden zu nach dem Rio Tambo-yacu (Hacienda del Valle vicioso, 3608 m), also nach der Einsenkung abfallen, aus welcher der ringsum freistehende Quilindaña sich erhebt.

Das Fussgebirge des Cotopaxi.¹⁾

Erhebt sich der Cotopaxi über seine Umgebung wie die Citadelle eines mächtigen Festungsvierecks, dessen vorgeschobene Werke Rumiñahui, Paschoa und Sincholagua

¹⁾ Carta del Dr. W. Reine à S. E. el Presidente de la Republica sobre sus viajes à la Montaña Iliniza y Corazon y en especial sobre su ascension al Cotopaxi, 1873, p. 15; deutsche Uebersetzung: Zeitschr. der Deutschen geol. Gesellsch., 1873, p. 93; A. Stübel: Die Vulkanberge der Republik Ecuador, 1897, S. 150, 153 bis 154, 156, 158, 160, 161; Th. Wolf: ebenda, S. 429—430. Herr Dr. Wolf (in A. Stübel, Die Vulkanberge etc., S. 428—429) glaubt die Dacite des Sincholagua mit der Obsidian-führenden Tuffformation des Cotopaxi in Verbindung bringen zu sollen. Das scheint mir durchaus unzutreffend: Die Dacite des Sincholagua haben einen ganz andern Habitus, gehören auch einem Berge an, dessen Ausbruchsmassen dem Cotopaxi-Fussgebirge aufgesetzt, also viel jünger sind, wie dieses alte Gebirge, welches zum grossen Theil zerstört war, ehe Sincholagua, Rumiñahui, Paschoa und Cotopaxi aufgebaut wurden.

bilden,¹⁾ so verdankt er diese hervorragende Stellung nicht zum wenigsten der Tatsache, dass er einem alten vulkanischen Gebirge aufgesetzt ist, an dessen nach Norden und Nordwesten gerichteten Abhängen die drei, mit Vorwerken vergleichbaren Vulkanberge sich anlehnen.

Dieser alte Unterbau ist fast vollständig durch die neueren Ausbruchsmassen bedeckt, hauptsächlich durch den gewaltigen Cotopaxikegel, dessen Laven und Aschenfelder gegen Südwest bis zu 3000 m Höhe hinabreichen, während auf allen anderen Seiten der Fuss des Kegels in etwa 3700—3800 m Höhe anzunehmen ist. Nur an wenigen Stellen ragen Theile des alten Unterbaues aus den neuen Ausbruchsmassen hervor. So geringfügig diese Ueberreste sind, so zeigen sie uns doch, dass der alte, jetzt vom Cotopaxi bedeckte Unterbau aus zwei wesentlich verschiedenen vulkanischen Formationen bestand, die im Folgenden kurz charakterisirt werden sollen.

1) Die Obsidian-führende Tuff-Formation.²⁾ Am Nordfuss des Cotopaxi erhebt sich ein etwa 200—300 Meter hoher Rücken, Inca-loma³⁾ (4092 m), aus der durch die vom Schneekegel des Berges herabkommenden Schlammströme ausgebneten Fläche, der, etwa von Nord nach Süd verlaufend, an seinem Südende unter den Abhängen des Cotopaxi verschwindet.

Schon von Weitem fallen die hellen, fast weissen Gesteine auf, welche in zahlreichen Abrutschungen an den 150—200 Meter hohen Wänden aufgeschlossen sind. Im Gegensatz zu den dunklen Augit-Andesiten des Cotopaxi haben wir es hier mit Bimssteintuffen zu thun, welche in senkrecht gestellten Schichten mit dunklen Laven abwechselnd den Höhenzug bilden, dessen höchster Punkt eine alte Indianerbefestigung trägt. Die Tuffe enthalten in grosser Menge Bruchstücke eines schön entwickelten Biotit-Andesits neben dunkleren Hornblende-Pyroxen-Andesiten. Die schönsten Aufschlüsse finden sich in der Quebrada de Inca-pirea an der Westseite der Inca-loma. Die Schlammfluthen, welche bei den Ausbrüchen des Cotopaxi mit grosser Gewalt die losen Ablagerungen aufwühlen, haben die ganze Fläche bei Horno-loma mit grossen Bimssteinen überschwemmt, ganz ähnlich den später zu erwähnenden Bimssteinen von San Felipe bei Latacunga.

Und wie hier an der Nordseite des Cotopaxi, so treten auch die Biotit-Andesite oder deren Tuffe an der Südwest-Seite in den untersten Theilen des Cotopaxi-Fussgebirges auf, wie dieses durch die vielen Gerölle der dort tief eingeschnittenen Quebradas bezeugt wird. Noch ist das anstehende Gestein dort nicht gefunden. Der von der West-

¹⁾ v. Thielmann: Vier Wege durch Amerika, 1873, S. 438.

²⁾ „Alte Bimssteinformation“. Th. Wolf in A. Stübel: Vulkanberge von Ecuador, S. 423.

³⁾ Stübel: Skizzen, S. 72, Bild 48; der als Bimssteintuff bezeichnete Rücken.

seite des Berges kommende Rio T'utnehi führt keine Biotit-Andesite, Gerölle derselben treten erst im Rio Saquimálac auf, sind also auf die Süd- und Südwestseite des Cotopaxi-Fussgebirges beschränkt.

Die Untersuchung der Schichten von Puma-nen, vom Purgatorio u. s. w. versprechen kommenden Geologen reiche Ausbeute.

Bimssteine, in ihrem ganzen Habitus den Bimssteinen von Horno-loma und San Felipe gleichend, finden sich als Ablagerungen in Tuffschichten an der Nordostseite des Cotopaxi auf der linken Seite des Rio Tambo-yacu in 4200 m Höhe, sowie als Gerölle in dem von der Südseite des Berges kommenden Rio Aláques in 3200 m. Vereinzelte Obsidiangerölle finden sich im Rio Tambo-yacu an der Nordostseite des Cotopaxi. An derselben Seite stehen in Santa Doménica eigenthümliche Breccien an, und bei El Salazar finden sich gelbe und grüne Ablagerungen, von welchen es schwer zu sagen ist, ob es Tuffe oder von Gängen durchzogene zersetzte Gesteine sind.

Als südlichstes Auftreten der saneren Ausbruchsmassen, welche als obsidianführende Tuffformation am Fussgebirge des Cotopaxi aufgeführt wurden, dürfen wir wohl die Ablagerung gewaltiger Bimssteinmassen von San Felipe de Latacunga betrachten. Etwa 25 Kilometer Süd-Süd-West vom Süd-Fuss des Cotopaxi-Fussgebirges entfernt, an der Stelle, an welcher die Mulde von Latacunga endigt, indem die Ausläufer der beiden, das eocenorianische Hochland begrenzenden Gebirgszüge, der Ost- und der West-Cordillere, zusammenstossen, nahe der Vereinigung des vom Cotopaxi kommenden Rio Cutuchi mit dem vom Südostabhang des Hinza herabziehenden Rio Puma-cunchi, findet sich eine mächtige, von den genannten Flüssen durchschnittene Bimssteinablagerung. Hinter dem, Latacunga (2801 m) gegenüber liegenden Orte San Felipe erheben sich steil und kahl die Tuffkegel, die das nach Pujili fortsetzende, an den Ostfuss der West-cordillere angelehnte Plateau bilden. In diesen Hügeln wird der Bimsstein abgebaut. Unter einer mehrere Fuss dicken Cangahuaschicht liegt ein dünner Streifen feinen Tuffs, wie zernahlener Bimsstein, und unter diesem in mächtigen Massen eine Anhäufung von Bimssteinblöcken, die von faustgross bis zu dreiviertel Meter und mehr im Durchmesser variiren. Die Zwischenräume zwischen den Blöcken werden durch feinen Bimssteinstaub ausgefüllt. Der Bimsstein findet sich in schönen Varietäten, oft grossporig und von langgestreckten Hohlräumen durchzogen, ganz frisch und unzersetzt aussehend. Der Abbau wird unterirdisch betrieben; bei meiner Anwesenheit wurde nicht gearbeitet, da das im Rückgang begriffene Latacunga keines neuen Baumaterials bedurfte.

Eine ganz ähnliche Bimssteinablagerung wie die von San Felipe findet sich am Westfuss der Ostcordillere, dicht unterhalb Latacunga, auf dem linken Ufer des Rio Cutuchi,

in dem Calvario-Hügel, doch ist hier der Bimsstein nicht so schön und schon stärker zersetzt, in Folge dessen er oft rosenroth gefärbt erscheint.

Die Bimssteinablagerungen lassen sich noch etwas weiter südlich verfolgen, so wurde nahe der Mündung des von der Ostcordillere herabkommenden Rio Guapante in den Rio Cutuchi, am Weg von Latacunga nach Pillaro, in 2702 m Höhe, eine Tuffschicht beobachtet, welche grosse Bimssteinstücke, ganz ähnlich den bei San Felipe vorkommenden Varietäten enthält.

Wenn auch die Aufschlüsse in San Felipe zur Zeit meines Besuches zu gering waren, um eine eingehende Untersuchung der Lagerungsverhältnisse zu gestatten, so machte mir doch das ganze Vorkommen den Eindruck, als handle es sich hier um eine mit Hilfe des Wassers gebildete Ablagerung, als seien die Blöcke, wie auch die Tuffe am Rio Guapante, durch die grossen vom Cotopaxi ausgehenden Ueberschwemmungen an ihre jetzige Lagerstätte geführt worden.

Schon Bouguer¹⁾ hat die Bimssteinbrüche erwähnt. A. v. Humboldt²⁾ hat sich ausführlicher darüber geäußert, aneh darauf hingewiesen, dass diese Bimssteine ganz verschieden sind von denen, welche am Cotopaxi-Kegel sich finden, und der Meinung Ausdruck gegeben, dass die Ablagerung mit Hilfe des Wassers vor sich gegangen sei. Freilich hat v. Humboldt später, wie in so manchen andren Punkten, auch seine Ansichten über die Abstammung und Ablagerung des Bimssteines von San Felipe geändert;³⁾ doch dürfte die erste Veröffentlichung wohl den Eindruck wiedergeben, welchen der Reisende an Ort und Stelle empfangen hat.

Latacunga⁴⁾ ist geologisch eine hoch interessante Stadt: die meist gewölbten Gebäude sind aus Bimssteinblöcken aufgeführt; die Strassen sind gepflastert mit allen möglichen Varietäten der dunklen Cotopaxilaven, zwischen welchen die glasigen Biotit-andesite der obsidianführenden Tuffformation hell hervorleuchten. Manch schönes Stück des letzteren Gesteins haben wir dem Strassenpflaster Latacungas entnommen.

Vielfach findet sich in der Literatur Obsidian vom Cotopaxi angeführt; dieses beruht insofern auf einem Irrthum, als alle diese Obsidiane dem alten Fussgebürge, auf welchem der Cotopaxi-Kegel aufgesetzt ist, angehören. Der Cotopaxi selbst hat nie Obsidian geliefert.

¹⁾ Figure de la Terre, p. LXVIII.

²⁾ Essai géognostique sur le gisement des roches dans les deux Hémisphères, 1823, p. 345, 346.

³⁾ Kosmos IV, 1858, S. 364—368.

⁴⁾ Im Anschluss an die grossen Bimssteinablagerungen will ich hier noch einer recht beträchtlichen Kalksteinbildung gedenken, welche nahe Latacunga unter 8 Meter mächtigen, helleren Bimssteintuffen am Rio Puma-runchi sich findet und zur Gewinnung von Mörtel für die Bauten der Stadt ausgebeutet wird.

2) **Die Picacho-Formation.**¹⁾ Als eine der auffallendsten Erscheinungen an dem sonst so regelmässig gebauten Cotopaxi ist, seit Humboldt die erste Abbildung des Berges veröffentlichte, die aus der Südflanke des Kegels aufragende Felsmasse des Picacho oder der Cabeza del Cotopaxi allgemein bekannt. Es ist dies eine von Norden nach Süden verlaufende, gegen Ost und West steil abgeschüttene Felswand, deren höchster, wohl unersteiglicher Gipfel (4920 m) die Höhe des Montblanc übersteigt, während der mit Asche und Schnee bedeckte Abhang des Cotopaxi, aus welchem der Picacho sich erhebt, hier gerade die Grenze des ewigen Schnees in 4629 m erreicht. Der Picacho, eine Felszacke von 300 Meter Höhe, stellt sich als der Ueberrest eines alten vulkanischen Gebirges dar, das sonst ganz und gar unter den neueren Ausbruchsmassen begraben liegt. Es wiederholen sich hier dieselben Verhältnisse, wie sie auf Tenerife zwischen den alten Adeje-Bergen und den neueren Cañadas-Bergen bestehen.²⁾

Während nun die anschliesslich aus Pyroxen-Andesit bestehenden Laven und Aschenschichten des Cotopaxi-Kegels parallel dem Abhang abgelagert sind, besteht der Picacho zum grössten Theil aus Hornblende-Pyroxen-Andesit, zwischen welchem mehr untergeordnet Pyroxen-Andesit auftritt; drei oder vier mächtige, etwas gegen West geneigte Agglomerat- und Schlackenschichten, durchsetzt von Nord-Süd streichenden Gängen, setzen den Picacho-Felsen zusammen. Oft ist es schwierig, zu entscheiden, ob eine Lavaleiste einem Gang oder einem Strome angehört.

Lassen sich die beiden als zwei verschiedene Gesteinsformationen aufgeführten Ablagerungen deutlich und unzweideutig als Ueberreste eines alten vulkanischen Gebirges erkennen, so zeigt auch eine nähere Betrachtung des Cotopaxi noch eine Reihe Abweichungen von der Kegelform, welche alle auf einen alten Unterbau hinweisen. So finden sich an der Nordseite bei Salitre (3775 m), am Fuss des Sincholagua, eigenthümlich geformte Hügel und Zacken, die wohl zur Picacho-Formation gehören dürften. Dann treten am Fuss des Kegels, sowohl gegen Osten, nach dem Quilindaña zu, als auch gegen Westen und Südwesten, breite, nach abwärts plötzlich steil abgeschnittene Rücken hervor, in welchen die in Wasserrissen vom Cotopaxi-Kegel kommenden Bäche tiefe Schluchten eingegraben haben, an deren Seitenwänden mächtige Lavaströme aufgeschlossen sind. Das sind wohl auch Theile des älteren Gebirges; da aber die Laven alle ganz gleichmässig zu den Pyroxen-Andesiten gehören, ist kein Anhalt zur Trennung der verschiedenen, alten Ablagerungen geboten. Es bleibt künftigen Untersuchungen vorbehalten, festzustellen, ob und inwieweit sich hier das Füssgebirge verfolgen lässt.

¹⁾ Th. Wolf in: A. Stübel, Die Vulkanberge von Ecuador, S. 429, 430.

²⁾ K. v. Frisch u. W. Reiss: Geolog. Beschreibung der Insel Tenerife, 1868, S. 154–159; K. v. Frisch.

G. Hartung u. W. Reiss: Tenerife, geolog.-topograph. dargestellt, 1867; Taf. III, 5 u. 6; IV, 1.

Ich möchte besonders die Aufmerksamkeit auf die gegen Westen gerichteten Abhänge bei Cerro Ami lenken, ferner auf die Ostthäler U'iri-machai, Puca-huaico u. s. w., wie auch auf die tiefen Thäler der Südgehänge, namentlich auf die an den Seiten des Picacho herabführenden Quebradas. Gerade auf der Südseite steigt wohl der alte Unterbau zu grosser Höhe an, und scheint er hier in Verbindung zu stehen mit jenen vulkanischen Gebirgstheilen, die das Thal von Chalupas umgeben und durch den „Morro“ genannten Gipfel mit der weiter südwärts sich ausdehnenden Cordillere in Verbindung stehen.

Welche Form und Gestalt das alte Fussgebirge gehabt, wie es aufgebaut war, in welchen Beziehungen die obsidianführende Tuiffornation zu der Picacho-Formation steht, welche der beiden die ältere ist, das entzieht sich heute unserer Kenntniss; nur so viel können wir aus den vorliegenden Beobachtungen schliessen, dass eine südliche Fortsetzung der aus sauren Gesteinen bestehenden Ausbruchreihe vom Gnamani durch den Urcu-eui des Antisana-Fussgebirges bis hierher sich erstreckt, dass aber auch, ebenso wie am Fussgebirge des Antisana, ausgedehnte Ablagerungen basischer Laven hier zu mächtigen Bergen aufgehäuft waren. Die Formen des Picacho lassen keinen Zweifel darüber, dass dieses Fussgebirge, sei es durch vulkanische Thätigkeit, sei es durch die Wirkung der Erosion, bereits weit in der Zerstörung vorgeschritten war.¹⁾

Cotopaxi²⁾ (5943 m).

Zwischen Rumiñahui und Sincholagua erhebt sich, etwas gegen Süden gerückt, der prachtvolle Kegel des Cotopaxi, dessen gleichmässig vollendete Form nur durch den auf der Südseite hervortretenden Picacho unterbrochen wird. Es ist schwer, den eigentlichen Fuss des Berges zu bestimmen.

An der Nordseite ruht derselbe auf dem schon erwähnten Plateau alter Gesteine in etwa 3700 m Höhe. Hier wird durch die Nordabhänge des Cotopaxi und die Süd-

¹⁾ M. Wagner (Naturw. Reisen, 8, 519) und nach ihm, wie es scheint, auch Herr Stübel (Vulkanberge, 8, 153, 154) wollen in dem Picacho die Ueberreste einer Somma-artigen Umwallung des Cotopaxi erkennen; ich halte den Picacho für den Matterhorn-artigen Gipfelrest eines alten, stark zerstörten, unter den Cotopaxi-Laven begrabenen, vulkanischen Gebirges. Siehe unten, beim Quilínzain, den Abschnitt über die Wirkung der Gletscher-Erosion in Ecuador.

²⁾ Zur Orientierung ist die vortreffliche, von Herrn Th. Wolf aufgenommene und veröffentlichte Karte zu empfehlen (N. Jahrb. f. Mineral. etc., 1878, Taf. II); oder auch die etwas abgeänderte Reproduktion dieser Karte in Freiherrn von Thielmann: Vier Wege durch Amerika. Die grossen von Th. Wolf und A. Stübel veröffentlichten Karten von Ecuador geben ebenfalls gute Kartenbilder des Cotopaxi.

und Ostgehänge des Sincholagua und Rumiñahui ein gewaltiger intercolliner Raum umschlossen, in welchem von Osten, von Rumiñahui her, der Rio Pita, von Süden, von Limpio-pungu her, der Rio Pedregal gegen Norden sich wendend herabfliessen, um, zum Rio Pita vereinigt, durch den Engpass zwischen Sincholagua und Paschoa nach der Mulde von Quito, nach dem Chillo-Lande abzufließen. Der ganze Raum zwischen den drei mächtigen Vulkanbergen ist mit den neuen Ausbruchsmassen des Cotopaxi, namentlich mit den durch die Schlammströme herabgeführten Schuttmassen erfüllt, alles bedeckt von der einförmigen, fast schwarzen Aschenschicht der letzten Ausbrüche: eine grossartige Einöde von ernstem, düsterem Charakter. Aus der hier bis etwa 4700 m herabreichenden Schneehülle des oberen Kegelhütes treten schwarze Lavaströme hervor, die, meist dem Laufe alter Wasserrisse folgend, nach dem intercollinen Raum zwischen Cotopaxi, Rumiñahui und Sincholagua sich ergossen haben. Manche der Ströme erscheinen wie schwarze Leisten; sie lassen sich als dunkle Streifen oder kammartige Rücken oft noch weit in die Schneeregion verfolgen. Enge, von steilen Wänden begrenzte Wasserrisse, welche gegen den Fuss des Kegels hin sich rasch erweitern und verflachen, ziehen an den Abhängen herab. An den Felswänden dieser Schluchten lassen sich die pseudo-parallelen Laven mit zwischengelagerten Schlacken und Aschenschichten erkennen, aus welchen der ganze Berg aufgebaut ist. Steil und schroff, wohl innersteiglich erscheint von hier der höchste Theil des Kegels, mit schwarzen, aus der Schneehülle hervorragenden Felsen nahe dem Kraterrand, dessen höchste Zacke, der Nordwestgipfel des Berges, 5943 m, sich vor unserm Blick erhebt. Der Cotopaxi ist kein vollkommener Kegel, er ist von Nord nach Süd etwas gestreckt, so dass in der Nordansicht die schmale Seite des Kraterrandes dem Beschauer zugewendet ist.

Hier, mehr wie auf den anderen Seiten des Berges, fallen nahe dem höchsten Kamm horizontal gelagerte, steil abgebrochene Lavabänke auf. Es sind dies die oberen Theile der über den Kraterrand gequollenen Laven, deren Fortsetzung viel tiefer am Abhang, in etwa 5500 Meter Höhe, sich als mächtige Wülste erhalten haben, während die Zwischentheile an den steilen Abhängen abgestürzt sind. Schou A. v. Humboldt¹⁾ erwähnt diese Felsleisten, und Freiherr von Thielmann,²⁾ dem diese Lavabänke besonders aufgefallen sind, beschreibt sie als „senkrechte Felswände mit Querrissen, terrassenartig übereinander gethürmt, welche namentlich an der Nordseite des Kraters hunderte von Metern steil abfallen“. Ich besitze eine Handzeichnung Troyas, in welcher diese horizontalen Felsleisten schön hervortreten.

¹⁾ Kosmos IV, S. 574; die Leisten finden sich in etwas willkürlicher Weise dargestellt auf Taf. 10, Vues des Cordillères, und in „Umriss von Vulkanen“.

²⁾ Vier Wege, S. 439.

An den höchsten Gipfel sich anlehnend, zieht ein schmaler Grat nach Nordwesten herab,¹⁾ in seinem unteren Theile zu einem mit mächtiger Aschenschicht bedeckten Rücken sich verbreiternd. Bei Limpio-pungu, dem Sattel zwischen Rumiñahi und Cotopaxi, erreicht der Rücken sein Ende in 3888 m Höhe. Ganz schwarz erscheint dieser Abhang des Cotopaxikegels, gräbt man aber 1 bis 2 Meter tief in der alles bedeckenden Asche, so findet man in Höhen über 4000 m überall blaues festes Gletschereis. Dr. Wolf, Freiherr v. Thielmann und Herr Whympfer erreichten, diesem Abhang folgend, den höchsten Gipfel des Berges. Die Quebrada de Yana-sache, die hier vom Kegel herabkommt, ist der westlichste Wasserriss an der Nordseite des Cotopaxi, dessen Wasser, vereinigt mit dem gegen Ost folgenden Horno-huaico und dem Chorrera-huaico und der Quebrada de Tauri-pamba, die Quellzuflüsse des Rio de Pedregal bilden.

Es werden diese Bäche durch einen niederen, mit Gras bewachsenen Rücken, durch die Horno-loma (3781 m), an welche sich nordwärts der Rücken Salto-pamba (3726 m) anschliesst, gegen Westen abgelenkt. Alle übrigen von der Nordseite des Cotopaxi kommenden Gewässer münden in den Rio Pita in seinem Lauf zwischen Cotopaxi und Sincholagua. Es mögen angeführt werden: die Quebrada de Inca-pirca an der Westseite der Inca-loma, welche mit der auf der Ostseite der genannten Loma herabziehenden Quebrada Proaño unterhalb Inca-loma sich vereinigt. Dann folgt gegen Osten die Quebrada Salitre, eine grosse unbekannte Wasserrinne, Quebrada Mutadero und Diaz-chaiana. Alle diese Bäche führen für gewöhnlich nur wenig Gletscher- und Schneewasser, da viele Feuchtigkeit in den losen Schuttmassen versinkt. Bei Gewittern aber, oder bei den durch die Ausbrüche des Cotopaxi erzeugten Schlammluthen, werden sie zu reissenden Strömen, die Schlamm und Steinschutt mit unwiderstehlicher Gewalt von den steilen Gehängen herabführen. Alle Gewässer der Nordseite ergiessen sich in die Quito-Mulde, fliessen also dem Stillen Ocean zu. Im Osten wie im Westen der Nordseite des Cotopaxi wird die Wasserscheide durch einen kleinen See bezeichnet. Im Osten liegt Alumis-cocha in 4004 m, im Westen Limpio-pungu-cocha in 3888 m, sie bezeichnen den Fuss des Kegels, während gegen Norden zwischen Sincholagua und Pascocho die neuen Laven bei Llave-pungu bis 3430 m herabreichen.

Ganz anders stellt sich die Westseite des Cotopaxi dar: hier sind keine Vulkanberge vorgelagert. Aus dem bebanten, ca. 3000 m hohen Grunde des interandinen Hochlandes steigt in mächtiger Breite der gewaltige Berg vor dem Besehaner auf. Weite Aschenfelder dehnen sich unterhalb der Schneegrenze aus, und auf begrüneten,

¹⁾ Ein gutes Bild der Nordseite des Cotopaxi giebt die nach einer Zeichnung A. Stühls ausgeführte Radirung in Freiherrn von Thielmanns: Vier Wege durch Amerika, S. 114.

dem Fussgebirge des Cotopaxi angehörigen Vorhügeln ruht der Fuss des verderbenbringenden Vulkankegels. Grüne Felder, Haciendas, kleine Ortschaften ziehen sich am Fuss des Berges hin, sie bilden den belebten Vordergrund zu einer der grossartigsten und schönsten Vulkanlandschaften der Erde.¹⁾ Von keiner anderen Seite erscheint der Berg so breit, so mächtig, mit so gleichmässigem, weit herabreichendem Schneemantel, von keiner anderen Seite zeigt sich so schön die regelmässige Form des Kegels, dessen abgestumpften Gipfel fast stets eine Dampf Wolke entsteigt.

Man darf dabei nicht an einen Kegel denken, wie Humboldts Abbildung ihn darstellt, ein Bild, welches ein halbes Jahrhundert lang in allen Lehrbüchern der Geologie reproduziert und in den Wiederholungen noch an Steilheit übertrieben wurde.²⁾ In sanft geschwungener Linie zieht von Süden her der Abhang des Cotopaxi ganz allmählig in die Höhe, geht aufwärts in steilere Gehänge über, die in dem mit Schnee bedeckten Theile 30, dann 32 und 35 Grad Neigung erreichen. An diesem scheinbar ganz gleichmässigen Gebänge ragt unvermittelt die schwarze Felsmasse des Picacho empor, der von Westen gesehen in seiner ganzen Breite zur Ansicht gelangt. Der Gipfel des Cotopaxi wird durch den fast horizontalen Kraterrand gebildet, an dessen Süd- und Nordseite als kleine Erhöhungen die beiden höchsten Gipfel (5922 m und 5943 m) des Berges aufragen. Das Nordgehänge erscheint kürzer und steiler; es endigt bei Lhupio-punga, dem schon erwähnten Sattel zwischen Cotopaxi und Rumiñahui. Das Eigenthümliche in dem Bilde, welches der Cotopaxi von der Westseite bietet, liegt nun darin, dass, während sonst die Profilinien in Höhen von 3900—4000 m Höhe endigen, der dem Beschauer hier grade gegenüberliegende Westabhang des Berges sich bis zu nahe 3000 m herabzieht. So glatt sich nun auch die Conturen des Kegels zeigen, so ist doch, ebenso wie die Nordseite, auch der ganze Westabhang durch tiefe Wasserrisse zerschnitten, in welchen weithin sichtbar schwarze Lavenströme die Schneemassen durchbrechen und bis tief am Abhang berabsinken. Der Fuss des Berges ruht hier im Westen mit seinen Aschenfeldern auf flachen, durch Quebradas getrennten Rücken, unter welchen namentlich der „Las Planchas“ (3547 m) genannte Theil mit dem darüber hervorragenden Cerro de Ami in die Augen fallen. Diese Vorhügel sind steil gegen Westen, gegen den Rio Cutuehi zu, abgeschnitten. Es dürften dieselben, wie schon bemerkt, Ueberreste des Cotopaxi-Fussgebirges sein, das hier noch nicht ganz unter den neueren Ausbruchsmassen begraben ist.

¹⁾ Freiherr von Thielmann zieht zum Vergleich den grossen Ararat heran, dessen Abhänge ein noch gewaltigeres Bild bieten sollen. Vier Wege, S. 438.

²⁾ Das übertriebene Bild findet sich wohl in: Pfaff. Die vulkanischen Erscheinungen, München 1871, S. 6.

Der Verlauf der Quebradas an der Westseite des Cotopaxi ist insofern eigenthümlich, als alle von Manzana-huaco gegen Norden entspringenden Bäche von ihrem ost-westlichen Laufe gegen Norden abgedrängt werden und so zu einer Gruppe vereinigt, in Verbindung mit einigen Zuflüssen vom Rumiñabui, den gleich in seinem Oberlaufe ziemlich wasserreichen Rio Cutuchi bilden; während der dicht beim Manzana-huaco seinen Ursprung nehmende Puca-huaco fast direkt gegen Westen am Abhang des Berges herabzieht, sodass eine breite Halbinsel, der Llano de las Planchas, zwischen den im Rio Cutuchi sich vereinigenden Bächen bleibt.

Auch dies deutet darauf hin, dass der Llano de las Planchas älterer Entstehung ist, dass er den vom neuen Cotopaxi-Kegel herabkommenden Gewässern im Wege stand, und dass durch dieses Hinderniss die Ablenkung der Bäche nach Norden veranlasst wurde.

Die vielfach angezackte Schneelinie liegt hier an der Westseite des Berges zwischen 4627 und 4763 m. Bis 5500 m lassen sich die neuen Laven verfolgen; der darüber zum Krater führende Abhang ist furchtbar steil, über 40° geneigt, schneefrei und wird von den überhängenden Felsen des Kraterrandes überragt. Fast der ganze Abhang ist von neuen Laven überfluthet; verschiedene, der historischen Zeit angehörige Laven sind hier herabgefloßen; wo immer aber in den Wänden der Schluchten ältere Theile sichtbar sind, erkennt man steil geneigte Laven mit zwischenliegenden Schlackenschichten und Lapilli- und Aschenschichten. Bis zum Südwestgipfel reicht ein über 35° geneigter, durch Fumarolenthätigkeit stark zersetzter Lavenstrom, dessen Seiten und dessen unteres Ende steil abgebrochen sind. Die Lavenbänke besitzen an den oberen steileren Abhängen nur geringere Mächtigkeit; in den nahe dem Fuss des Berges eingeschnittenen Schluchten sind dagegen oft mächtige Laven aufgeschossen.

Die Vorberge des Cotopaxi reichen bis nahe zum Rio Cutuchi. Dass aber auch hier am Fuss des Berges vulkanische Ausbrüche stattfanden, beweist der Cerrito de Callo, ein etwa 100 Meter über die umgebende Fläche anfragender, stumpfkegelförmiger Hügel, der wohl als eine Andesit-Quellkuppe, ähnlich dem allerdings viel grösseren Panecillo bei Quito, zu deuten ist. Die durch die Ueberreste alter Inebauten berühmte Hacienda San Augustin de Callo liegt 3074 m, der Gipfel des Cerrito 3170 m über dem Meere. Doch ist es schwer zu entscheiden, welchem Eruptionscentrum dieser kleine Ausbruch zuzuzählen ist, da die Abhänge der Champi-Berge hier mit den Ausläufern des Cotopaxi zusammenstossen.

Gegen die Südseite des Berges nehmen die alten Vorhügel an Höhe zu. Schluchten, 200—300 Meter tief eingeschnitten, durchfurchen die Abhänge. An ihren Wänden sieht man gewaltige Tuff- und Schuttmassen, im Grunde der Thäler Schutt und Schlamm der Avenidas, während der Bach selbst meist in einem engen, in Lavafelsen

eingeschnittenen Kanal verläuft. Weiter gegen Osten treten grosse Bimssteinablagerungen in den Thälern auf und in der Nähe des Picacho rothe Aschen- und Schlackenschichten, sowie auch feste Lavabänke. Es ist äusserst schwierig, hier im Detail zu unterscheiden, was zum Fussgebirge, was zum neuen Cotopaxi-Kegel gehört. Wie eine Insel der alten Formation erhebt sich der Picacho aus dem gleichmässigen Abhang des neuen Kegels. Die kleine Hacienda Baños oder Muyum-cuebn (3579 m) liegt in dem vom Morro de Chalupas (4304 m) gegen Westen herabziehenden Thale, das sich, mit dem vom Cotopaxi kommenden Rio Abiques vereinigend, die Südgrenze des gesamten Cotopaxi-Massives bildet. Der Kegel selbst aber reicht nicht so weit gegen Süden, sein Südfuss dürfte wohl 4—5 Kilometer nördlicher zu suchen sein; doch ist dies eine ziemlich willkürliche Bestimmung, da die Auswurfprodukte und Lavenströme durch die neueste Aschenbedeckung verhüllt sind. Die Rücken, welche von hier gegen den Kegel ansteigen, sind mit Gras bewachsen; von 3740 m, der Höhe der Loma Bercha bei Baños, erleben sie sich allmählig zu 4246 m, der Höhe, in welcher die Arenales, die Aschenfelder, beginnen. Anfangs treten wohl noch vereinzelt Frailejones in der Aschenbedeckung auf, dann aber überzieht dieselbe gleichmässige, schwarze Decke den ganzen Abhang bis zum Picacho, an dessen Fuss in 4629 m Höhe die Schnee- und Eisbedeckung des Berges beginnt. Der Sülabhang des Kegels ist sehr steil und mit einer vielfach zerrissenen Eismasse bedeckt, deren rauhe, zackige Oberfläche einer Bestigung von dieser Seite unüberwindliche Hindernisse bereiten dürfte. So gleichmässig ist der Eismantel, dass nur vereinzelt schwarze Felszacken daraus hervorragen. Hier fehlen die tiefen Rinnen und Risse, welche an den übrigen Seiten des Kegels den Abhang durchfurchen, denn nach dieser Seite haben sich seit langen Zeiten keine Lavenströme ergossen.

Die Ostseite, deren Gehänge gegen den Quilindaña und das Valle vicioso gerichtet sind, ist dagegen wieder wild zerrissen. Eine ganze Reihe frischer Lavaströme ziehen aus der Schneebedeckung herab, erfüllen die Schluchten und liegen wie schwarze Dämme auf den gegen Osten steil abgeschnittenen, wohl dem Fussgebirge zugehörigen Rücken. Es ist wohl die steilste und am wenigsten ausgedehnte Seite des Berges. In den Schluchten lassen sich deutlich die Laven und Aschenschichten erkennen, aus welchen der ganze Ausbruchskegel aufgebaut ist. Die durch die Schlamm- und Wasserströme erzeugten Wasserrisse vertiefen sich am Fuss des Kegels zu Schluchten und Thälern, in welchen flachliegende Laven, oft 70—80 Meter mächtig, aufgeschlossen sind. Es muss aber zweifelhaft bleiben, ob diese mächtigen Lavenbänke dem eigentlichen Cotopaxi oder dem Fussgebirge zuzurechnen sind.

Die Gewässer dieser Seite, die Quebrada de Chiri-machai und Pucá-hnaico n. s. w. fliessen, wie auch die Bäche und Flüsse der Süd- und Westseite, dem Atlan-

tischen Ocean zu. Während aber die Abflüsse der beiden letztgenannten Gehänge sich in dem Rio Cutnehi vereinigen, um, als interandinener Wasserlauf gegen Süden ziehend, dem Rio Pastaza zuzustreben, ergiessen sich die Wasser der Ostseite direkt gegen Osten nach den Quellflüssen des Rio Napo. Soweit dies zu bestimmen möglich, liegt der Ostfluss des Cotopaxi zwischen Tambo-yacu und Puca-huaico¹⁾ in 4183 m, zwischen Puca-huaico und Puma-nen in 4192 m Höhe. Arenales von einer Ausdehnung wie auf den übrigen Seiten des Berges giebt es hier nicht, da der herrschende Ostwind die vom Gipfelkrater ausgeschleuderte Asche stets gegen Westen und Nordwesten treibt. Vom Krater aus, dessen breite Ostseite wir hier übersehen, ziehen sich die in den nackten Gesteinswänden erkennbaren Furchen herab, welche durch die von dort sich herabwälvenden Lavaströme erzeugt sind.

Der auf dem Gipfel des Berges eingesenkte Krater ist, wie der ganze Berg, von Süd nach Nord langgestreckt. Seine Innenwände begrenzen in steilen, hier und da wohl senkrechten Abstürzen die trichterförmige Vertiefung. Feste Lavenbänke herrschen unbedingt vor, Schutthalden bedecken z. Th. die Felswände und ziehen sich nach dem engen, von grossen Blöcken erfüllten Grund. Gänge sind in der Kraterwandung nicht beobachtet worden. Während Gestalt und Grösse des Kraters durch die Eruptionen der letzten Jahrzehnte nur wenig verändert erscheinen, wechselt das Aussehen des Innern und selbst der Kraterländer mit den einzelnen Ausbrüchen. Bei meinem Besuch im Jahre 1872 (28. November) zeigte der Krater nur geringe Fumarolenthätigkeit. Der Krater erschien uns von elliptischer Form, breiter von Nord nach Süd, als von Ost nach West. Von seiner ganzen Umfassung senkten sich sehr steile Felswände und vereinigten sich am Grunde beinahe in einem Punkte, sodass dort keine Fläche gebildet wurde. Den Nordosttheil bedeckte, beinahe von oben bis unten, eine grosse Schneemasse, während ausserdem in dem Krater nur einige wenige, unbedeutende Eismassen sichtbar waren. Die vielen, auf allen Seiten erfolgten Bergstürze liessen den eigentlichen Bau der Wände nicht unterscheiden. Ungemein häufig sind solche Loslösungen, besonders im westlichen Theile; fortwährend hörte man das Getöse der herabrollenden Steine. Die am wenigsten steile Wand, an welcher man vielleicht in den Krater hätte gelangen können, war die südwestliche; dort gewahrte man auch einige ziemlich ansehnliche Fumarolen, die ohne irgend welches Geräusch dicke Wolken eines weissen Dampfes, der stark nach schwefeliger Säure roch, ausströmten, während sich über den Fumarolen ein kleiner Schwefelheerd (hornillo de azufre) gebildet hatte. Uebrigens entwichen an diesem Abhange an mehreren Stellen heisse Dämpfe; doch konnte man weder Ablagerungen von Sublimationen, noch jene viel-

¹⁾ Es giebt am Cotopaxi zwei Schluchten, welche den Namen Puca-huaico (rothe Schlucht) führen; hier ist die Schlucht an der Ostseite des Berges gemeint.

fach in Kratern beobachtete, starke Färbung wahrnehmen.¹⁾ „Die Felsen der Südwestspitze sind überall von Spalten zerrissen, aus denen Dämpfe von 68° des hunderttheiligen Thermometers in grosser Menge und so stark nach schwefliger Säure riechend ausströmen, dass es unmöglich wird, anzuhalten, sobald der Wind sie dem Beobachter zuführt. In diesen Fumarolen findet man Ablagerungen einer weissen Substanz, die nach den Versuchen des R. P. Dressel sich als Gyps herausstellt; doch wichtiger ist, dass mit dem Gyps auch Chloride auftreten . . . Die Erzeugnisse der Fumarolen zeigten eine sehr eigenthümliche Reaction: Alles zum Einwickeln von Handstücken verwendete Papier bedeckte sich mit veilchenblauen Flecken, die nach einiger Zeit verschwanden; allein, obgleich ich sofort einige Proben nach Quito sandte, war es dem R. P. Dressel nicht möglich, eine Spur von Jod oder irgend einer anderen Substanz, die etwa die Flecken verursacht haben könnte, zu entdecken.“²⁾

Herr Dr. Stübel erreichte den Kratertrand am 8. März 1873. Nach den kurzen, in dem an den Präsidenten der Republik gerichteten Bericht gegebenen Bemerkungen scheint der Zustand des Kraters derselbe gewesen zu sein, wie zur Zeit meiner Besteigung. Herr Dr. Stübel sagt: „Der Krater des Cotopaxi gleicht in Bezug auf seinen Bau und die Farben der ihn umgebenden Wände sehr dem Krater des Tunguragua, doch ist er weit grösser und sein Inneres weist nicht die Schneemassen auf, welche den Krater des Tunguragua schmücken. In der letzten Stunde des Aufstieges waren wir in Nebel und Wolken gehüllt, die uns einen grossen Theil des Genusses raubten, dessen wir uns anfangs erfreuten. Am Krater angelangt, besserten sich wieder die Verhältnisse, hier waren es weniger die Nebel, welche uns belästigten, als die schweflige Säure der Fumarolen, die fortwährend dem Punkte entstiegen, von welchem aus wir am besten in die Tiefe hätten blicken können. Oefters lag für längere Zeit der ganze, aus steil abstürzenden, an ihrer Oberfläche zersetzten Felsen gebildete Kratertrand wolkenfrei, vom blauen Himmel überwölbt vor uns.“³⁾

In der von Herrn Dr. Stübel im Jahre 1897 veröffentlichten Uebersetzung dieses Berichtes ist die betreffende Stelle etwas abgeändert. Sie lautet dort: „Er (der Kratertrand) besteht aus theilweis zersetzten, nach innen steil abfallenden und hie und da zackig aufragenden Lavabänken. Diese höheren Parteen dürften zum Theil hängen gebliebene Reste der über den Kratertrand ergossenen Lavamassen sein.“⁴⁾ Während der

¹⁾ Zeitschr. d. d. geol. Gesell., XXV, 1873, S. 88, 89.

²⁾ Ebenda, S. 89.

³⁾ Carta del Dr. Alfonso Stübel a S. E. el Presidente de la Republica. Quito 1873, p. 25.

⁴⁾ Während meines Aufenthaltes am Kraterande konnte ich mehrfach den Krater in seiner ganzen Ausdehnung und bis zu seinem Grunde überschauen, doch habe ich keine „nach innen steil abfallenden Lavabänke“ beobachten können.

Tunguragua-Krater an der einen Seite um ca. 150 Meter höher ist als an der dieser gerade gegenüberliegenden, beträgt der Unterschied im Auf- und Niedersteigen des Kraterkranzes am Cotopaxi wohl höchstens 50 Meter.¹⁾

„Die seitlichen Felsen an unseren, eine Einschartung bildenden Standorte — fährt Herr Stübel fort — zeigten eine höchst überraschende Eigenthümlichkeit, indem die Oberfläche derselben nicht rau und uneben war, wie es der Gesteinsart entsprochen hätte, sondern in der Art geglättet, wie dies an Felsblöcken zu beobachten ist, die durch das Wasser reissender Ströme abgeschliffen worden sind; auch konnte man an einer Stelle dieser seitlichen Wand Schrammungen wahrnehmen, die tief genug waren, um den Arm hineinzulegen. Die Ursache dieser Erscheinung lässt sich meines Erachtens nur auf die reibende Gewalt des gluthflüssigen Magmas zurückführen, das sich, wahrscheinlich bei der letzten Eruption des Cotopaxi, durch diese Einschartung hindurchdrängen musste; es spricht also auch diese Erscheinung dafür, dass besagte Eruption ein Krater- und kein Flankenausbruch gewesen ist.“²⁾

Am 26. Juni 1877 hatte der Cotopaxi einen grossen Ausbruch, über welchen wir einen ausführlichen und vortrefflichen Bericht von Herrn Dr. Wolf besitzen. Herr Dr. Wolf beschreibt den Anblick des Kraters, wie er sich ihm am 9. September 1877, also fast 2 1/2 Monate nach dem Ausbruch darbot, mit den folgenden Worten: „Leider wurde das Wetter immer schlechter, der Schneesturm immer dichter. Vergebens warteten wir 2 Stunden lang, ob sich uns der Kraterrand einmal frei zeigen würde. Hier und da zerriss zwar der Wind das Gewölk, aber nie sahen wir mehr auf einmal als etwa ein Drittel des Randes frei, bald an der Nordwest-, bald an der Nordostseite, und in die Tiefe reichte der Blick in günstigen Momenten nur ungefähr 200 Meter (Dr. Reiss hat die Tiefe des Kraters auf 500 Meter geschätzt). Auch konnten wir uns nicht weit rechts und links bewegen, denn überall gelangten wir an grosse Spalten mit starken Gasexhalationen. Der Kraterrand hatte an der Stelle, an der wir uns befanden, nicht mehr als 4 oder 5 Meter Breite, war aber nicht eben, sondern überall mit spitzen Lavazacken besetzt. Nach aussen ging er unmittelbar in die abschüssige Böschung des Kegels über, und nach innen fiel er unmittelbar 10 Meter tief senkrecht ab. Soweit wir das Innere des Kraters enthielt sahen, hat er überall dieselbe Beschaffenheit; unter der 10 Meter hohen Steilwand des obersten Randes läuft er, nach unten noch immer steil genug, trichterförmig zusammen. Auf den Grund sahen wir, wie gesagt, nicht; soweit der Blick reichte, war alles mit einem unbeschreiblichen Chaos von grossen Lavablöcken bedeckt, welche noch sehr heiss sein mussten und wahrscheinlich noch glühende Lava

¹⁾ Vulkanberge, S. 340.

²⁾ Vulkanberge, S. 240; etwas kürzer in: Corto, p. 25.

bedeckten. Es ist dieselbe Lava, welche auf der Nordwestspitze die alten Felsen etwa 5 Meter dick bedeckt, und es hat ganz den Anschein, dass nach geschehenem Lava-erguss ein Theil der glühenden Massen von den Kraterlippen wieder in den Schlund zurücksank,¹⁾ an der Oberfläche bereits erstarrend und sich in grosse Schollen auflösend. Das Kraterinnere bietet daher den Anblick der Oberfläche eines Blocklavastroms, aber mit ganz enormen Blöcken. Zwischen allen Blöcken dringen weisse Dampfwölken hervor und ballen sich im Aufsteigen zu grösseren Wolken, welche dann den Krater erfüllen und sich über ihm als Dampfsäule erheben. Auch bemerkt man an vielen Stellen des inneren Kraterandes dieselben weissen und gelben Incrustationen, die wir an den äusseren Abhängen beobachteten.²⁾ „Bart und Haare mit Eiszapfen behangen, brannten uns doch die Fusssohlen von der noch heissen Lava, und die Chlorwasserstoffdämpfe, welche aus den Spalten drangen, färbten unsere Kleider gelb und roth.“³⁾ „Frei auf der höchsten Lavascholle stehend, über welche der starke Nordwind strich, mass ich die Temperatur der Luft, 1½ Meter über dem Boden, zu -2°C. ; aber im Schutze einiger Felsen, hinter denen wir uns lagerten, hatten wir noch 1 Meter über dem Boden die Temperatur von Guayaquil, d. h. 27°C. , und der Sand und Schutt, der den Boden bedeckte, zeigte an verschiedenen Stellen $35-40^{\circ}\text{C.}$ Der ganze Eruptionskegel scheint durchwärmt. Wie die Durchwärmung bis ca. 300 Meter abwärts geschah, ob ziemlich rasch oder langsam, ob durch das Steigen der Lava im Krater oder durch die vielen Fumarolenspalten, und wie die Abschmelzung des Schnees am ganzen Eruptionskegel vor sich ging, ob ebenfalls rasch oder langsam, ob vor, während oder nach der Haupteruption, ist schwer zu entscheiden.“⁴⁾

Herr Dr. Wolf beobachtete am Krater gewaltige Ausströmungen von Chlorwasserstoffgas, aber „keine Spur von Schwefel, Schwefelwasserstoff oder irgend einer schwefeligen Säure“, während tiefer am Abhang, in Höhen von 4600 bis 5000 Metern, der Geruch von Schwefelwasserstoff und schwefeliger Säure oft bemerkbar war.⁵⁾

Etwa fünf Monate nach Herrn Dr. Wolf, am 15. Januar 1878, führte Freiherr von Thielmann die Besteigung des Cotopaxi aus. Den Zustand des Kraters schildert derselbe wie folgt: „Leider konnten wir nie den ganzen Krater vor uns mit einem Blick umfassen. Bald war ein zackiger Rand frei, während im Grunde die Nebel wogten, bald zertheilten sich diese, liessen die Tiefe des Schlundes erschauen, umhüllten aber zu

¹⁾ Siehe die S. 30 angeführte Angabe Dr. Stübels über die nach innen steil abfallenden Lavabänke.

²⁾ N. Jahrbuch f. Mineral. etc., 1878, S. 158.

³⁾ Ebenda, 1878, S. 156.

⁴⁾ Ebenda, S. 157.

⁵⁾ Ebenda, S. 164.

gleicher Zeit seine Wände. So habe ich nach und nach alle Theile des Kraters erkennen können, wenn auch sein Ganzes mir verborgen blieb. Er schien mir die Gestalt eines der Länge nach getheilten Eies zu besitzen; seine grosse Axe mag an 400 Meter betragen, die kleinere etwa 200 bis 250. Die Tiefe schätzte ich bedeutend geringer, als Dr. Reiss es vor dem letzten Ausbruche that. Ich glaube nämlich während einiger günstiger Augenblicke genau beobachtet zu haben, dass ein senkrechter Absturz der Kraterwände nirgends vorhanden ist, und dass deren durchschnittliche Neigung nur 60° , höchstens etwa 70° betragen mag, was einer Tiefe von 200 bis 250 Metern entsprechen würde. An ein Hinabsteigen war freilich nicht zu denken, dagegen hätte ich einen Rundgang um den Kratertrand nicht für unmöglich gehalten. Die Westseite schien keinerlei Hindernisse zu bieten; auf der Ostseite mag das Terrain ungünstiger sein. Allein die zunehmende Bewölkung widerrieth weitere Expeditionen. Die Gase des Vulkans selber waren in keiner Weise störend. Die Fumarolen im Krater und an der Aussenwand des Kegels entwickelten stossweise Dampf wolken, meist völlig geruchlos, nur hin und wieder mit Schwefelwasserstoff versetzt. Schweflige Säure habe ich auf einen kurzen Augenblick am Rande des Kraters verspürt; dagegen fehlten Chlorwassergase vollständig.“ „Einmal erlaubte ein günstiger Zufall mir, den Verlauf jenes Phänomens in der Nähe zu verfolgen, welches von grösserer Entfernung sich nur durch ein leises Brummen verrieth. Unter dem Drucke der Gase von innen löste sich in halber Höhe der Kraterwand ein grosses Stück Gestein und stürzte polternd und andere Blöcke mit sich reissend in die Tiefe. Im selben Augenblicke schossen zischend und brausend die Dämpfe aus den neu gebildeten Solfataren. Diese Mischung verschiedener Geräusche, von ferne nur einem Brummen zu vergleichen, erschien hier oben wie ein lautes Gebrüll, welchem das Tosen der Dämpfe etwas unbeschreiblich Unheimliches verlieh.“¹⁾

Von den vier angeführten Beschreibungen geben uns zwei das Bild des Kraters vor, zwei dasselbe nach dem grossen Ausbruch von 1877. Nun besitzen wir noch eine fünfte hoch interessante Schilderung, die uns den Krater in einem Stadium neu erwachender Thätigkeit zeigt. Herr Whymper führte das kühne Unternehmen aus, eine Nacht (18. auf 19. Februar 1880) am Rande des Cotopaxi-Kraters zu verbringen. Als Resultat dieses Wagemuths erhalten wir einen Einblick in den glühenden Kratergrund und eine Vermessung des Kraters selbst. Ich muss mich darauf beschränken, von der dramatischen, mit guten Abbildungen versehenen Schilderung der ganzen Besteigung den auf den Krater bezüglichen Theil in der Uebersetzung hier wiederzugeben:

„Nachdem es vollkommen Nacht geworden war, stiegen wir hinauf, um das Innere

¹⁾ Vier Wego durch Amerika, 8, 457, 458

des Kraters zu sehen. Die Luft war kalt und ruhig. Wir konnten das dumpf abgeschwächte Getöse der von Zeit zu Zeit ausbrechenden Dämpfe hören. Unser langes Seil war an dem Kratertrand befestigt worden, einmal, um uns in der Finsterniss zu leiten, dann aber auch, um die Gefahr zu vermeiden, dass das Gleichgewicht des Aschenabhangs gestört wurde. Das Seil erfassend, suchte ich meinen Weg aufwärts in Erwartung eines aufregenden Schanspieles, denn ein starker Widerschein an der Interseite der Dampfsäule zeigte, dass unten Feuer sein musste. Kriechend und krahelnd näherte ich mich dem Kraterande, beugte mich vorwärts, begierig, einen Blick in die unbekannte Tiefe zu gewinnen, während Carrel mich von hinten an den Beinen festhielt.

„Die Dämpfe verhüllten nicht länger den ungeheuren Krater, obgleich sie auch jetzt, wie vorher, bald hierhin, bald dorthin sich verzogen. Wir sahen ein Amphitheater von 2300 Fuss (701 Meter) im Durchmesser von Norden nach Süden und 1650 Fuss (501 Meter) von Osten nach Westen, mit ausgezacktem, unregelmässigem, zerrissenem und geknicktem Rand, umgeben von Felsen, von senkrechten, ja sogar überhängenden Abstürzen, welche mit steilen Abhängen abwechseln, von welchen einige mit Schnee, andere, wie es scheint, mit Schwefel überzogen sind. Höhlenartige Nischen stiesse Dämpfe aus; die Seiten der Spalten und Klüfte leuchteten in dunkelrother Gluth bis zur halben Höhe des Absturzes; und so erschienen die Wände ringsum, bis hinab zum Kraterboden, Abgründe wechselnd mit steilen Gehängen, und die feurigen Spalten mehren sich mit der Annäherung an den Kratergrund. Etwa in der Mitte des Kratergrundes, wohl 1200 Fuss (366 Meter) unter unserem Standpunkt, zeigte sich glühend und brennend ein annähernd runder Fleck, von etwa einem Zehntel des Kraterdurchmessers, die Mündung des Vulkans, der Verhinderungskanal mit den tieferen Regionen, gefüllt mit glühender oder geschmolzener Lava, über deren Oberfläche Flammen sich bewegten und Funken ausstoben wie von einem Holzfeuer. Und das alles beleuchtet durch die aus den Spalten der umgehenden Abhänge hervorstechenden langen, flackernden Flammen.

„In regelmässigen Zwischenräumen von ungefähr einer halben Stunde stiess der Vulkan Dämpfe aus. Mit grosser Gewalt entstiegen die Dämpfe dem Boden des Kraters, quollen über dessen Rand, uns fortwährend umhüllend. Das Geräusch, welches dabei entstand, war ähnlich dem, welches wir hören, wenn ein grosser Ozeandampfer seinen Dampf ablässt. Der Dampf schien ganz rein zu sein, und wir sahen keine Auswurfsprodukte, doch aber war am nächsten Morgen das Zelt fast schwarz von ausgeworfener Asche. Diese sich wiederholenden, heftigen Ausbrüche von (verhältnissmässig) geringen Dampfmassen erfolgten mit ziemlicher Regelmässigkeit während der ganzen Dauer

unseres Aufenthaltes.“¹⁾ Herr Whympfer hat einen Plan des Kraters aufgenommen und Seite 152 seines Reisewerks veröffentlicht.

Was nun die Grössenverhältnisse des Kraters anbelangt, so liegen darüber verschiedene Messungen und Schätzungen vor, vom achtzehnten Jahrhundert bis zum Jahre 1880:

Bouger²⁾ schätzte die Weite des Kraters auf 5—600 Toisen (875—1169 Meter), La Condamine giebt für 1738 den Durchmesser zu 7—800 Toisen (1364 bis 1559 Meter) an.

A. v. Humboldt³⁾ fand im Jahre 1802 den Durchmesser zu ungefähr 930 Metern; nach Moritz Wagners⁴⁾ Schätzung war in den Jahren 1838 und 1859 der Durchmesser des Kraters kleiner als 1500 Fuss (450 Meter);

im Jahre 1872 habe ich, von der zwischen Corazon und Hiniza gelegenen Hacienda Chaupi aus, trigonometrische Messungen vorgenommen, aus welchen sich der Durchmesser des Cotopaxi-Kraters zu 776 Metern ergibt;

Herr Dr. Stübel⁵⁾ schätzte 1873 den Umfang des Kraters geringer als 1500 Meter;

Freiherr von Thielmann⁶⁾ schätzte, 1878, die grosse Axe der Ellipse zu etwa 400 Meter, die kleine zu 250 Meter;

Herr Whympfer⁷⁾ endlich fand, 1880, durch eine Vermessung am Kraterande selbst, den Nord-Süd-Durchmesser zu 701 Meter, den Ost-West-Durchmesser zu 501 Meter.

Die Tiefe des Kraters schätzte ich, 1872, zu 500 Meter, habe jedoch sogleich hervorgehoben, dass bei den aussergewöhnlichen Verhältnissen, unter welchen eine solche Schätzung vorgenommen werden muss, dieselbe auf grosse Genauigkeit keinen Anspruch machen kann. Freiherr von Thielmann leitete aus seinen Schätzungen der Kraterdurchmesser und unter der Annahme, dass die Innengehänge des Kraters 60—70° Neigung nicht übersteigen, die Tiefe des Kraters ab. Sie würde danach zwischen 200 und 250 Metern schwanken. Herr Whympfer endlich giebt als wahrscheinliche Tiefe (probably 1200 feet below us) 366 Meter an.

Die Angaben sind unter sich kaum vergleichbar; vor allem fallen aus: die Schätzungen von Wagner und Stübel, und zwar verdient die erstere kein Vertrauen,

¹⁾ *Travels amongst the Great Andes of the Equator*, 1800, p. 150—153.

²⁾ Bouger: *Figure de la terre*, p. LXVII; La Condamine: *Voyage*, p. 150.

³⁾ A. v. Humboldt und A. Bonpland: *Ideen zu einer Geographie der Pflanzen*, 1807, S. 51 Anm.

⁴⁾ *Reisen im tropischen Amerika*, S. 515.

⁵⁾ *Vulkanberge*, S. 152.

⁶⁾ *Vier Wege*, S. 457.

⁷⁾ *Travels*, p. 152.

weil sie auf einem Vergleich mit dem Aetna-Krater beruht, während die zweite eine Ableitung des Durchmessers des elliptischen Kraters nicht gestattet. Freiherr v. Thielmann scheint die Entfernungen wesentlich unterschätzt zu haben, wenigstens lassen sich seine Angaben weder mit meiner, noch mit Herrn Whympers Messung in Einklang bringen. Bleiben also die Schätzung Bouguers und La Condamines, die Messung von A. v. Humboldt, W. Reiss und Ed. Whympers. Zwischen Bouguers und La Condamines und Humboldts Bestimmungen aus den Jahren 1738 und 1802 und meiner Messung im Jahre 1872 fanden eine Reihe von Ausbrüchen statt; nun ist es ja bekannt, dass bei Eruptionen sowohl eine Vergrößerung wie eine Verkleinerung des Kraters erfolgen kann. Eine Vergleichung der von Bouguer, La Condamine und v. Humboldt gegebenen Zahlen mit den Resultaten der späteren Messungen lassen eine Verengung der Krateröffnung als möglich erscheinen. Eine solche Verengung wäre nur mit einer gleichzeitigen Erhöhung der Kraterländer verständlich. Ob ein Anwachsen des Berges nachgewiesen werden kann, soll weiter unten erörtert werden. Die von mir 1872 und von Herrn Whympers 1880 gefundenen Größenverhältnisse weichen nicht allzusehr von einander ab. Zumal wenn man bedenkt, dass zwischen beiden der grosse Ausbruch des Jahres 1877 liegt. Ich fand 1872 den Nord-Süd-Durchmesser zu 776 Meter, Herr Whympers 1880 denselben Durchmesser zu 701 Meter. Man wird also der Wahrheit ziemlich nahe bleiben und eine allen Bedürfnissen genügende Genauigkeit erreichen, wenn man den Durchmesser des Cotopaxi-Kraters zu 700 bis 800 Meter und die Tiefe zu 400 bis 500 Meter annimmt.

Der Kraterland ist am niedrigsten an den beiden gegen Osten und gegen Westen gekehrten Längsseiten, die wie langgestreckte Einschartungen zwischen den höheren Nord- und Südrändern erscheinen. Den Einschartungen entsprechen auch die steilsten Aussengehänge, die hier 40 und 45° erreichen, ja, diese Neigung vielleicht noch übersteigen mögen. Die Steilheit der Gehänge nahe dem Kraterland erklärt die Täuschung, die A. v. Humboldt veranlasste, von einer senkrechten, den Krater umgebenden Felsmauer zu sprechen.¹⁾ Wie der ganze Krater, so ist auch der Kraterland mannigfachen Veränderungen unterworfen, ja, man kann wohl annehmen, dass nach jedem grösseren Ausbruch die Kraterländer andere Formen zeigen werden. So scheint es mir, nach Vergleichung der von Herrn Wolf veröffentlichten Zeichnungen mit meinen im Jahre 1872 aufgenommenen Skizzen, unzweifelhaft, dass durch den Ausbruch des Jahres 1877 die Einschartungen der Ost- und Westseite wesentlich vertieft wurden.

Der Eis- und Schneemantel des Cotopaxi spielt im Bau des Berges eine beträcht-

¹⁾ *Vues des Cordillères*, p. 45, Taf. 10; *Kosmos* IV, S. 574, 575.

liche Rolle, verdankt er ihm doch im Verein mit den Aschenablagerungen im Wesentlichen seine so regelmässige, oft bewunderte Gestalt.

Es handelt sich aber auch hier nicht um mehr oder weniger mächtige Schneelager, es ziehen vielmehr gewaltige Gletscher von unbekannter Mächtigkeit an den Abhängen herab. Freilich sind sie nur an wenigen Stellen der Beobachtung zugänglich, da sie, durch die sich oft wiederholenden Ausbrüche, stets mit Aschenablagerungen bedeckt sind, die oft eine Mächtigkeit von mehreren Metern errreichen können. Nun schneit es fast zu allen Jahreszeiten am Cotopaxi, die warmen, aus den Tiefebenen des Amazonas-Beckens aufsteigenden Luftströmungen setzen ihre Feuchtigkeit in Form von Schnee an den in die kälteren Luftschichten aufragenden Kegel ab. Aber auch die Ausbrüche des Cotopaxi wiederholen sich in steter Wiederkehr, sodass bald der Schnee unter Asche, bald die Asche unter frisch gefallenem Schnee begraben wird. So bilden sich mächtige Schichtenfolgen von weissem Schnee oder blauem Eis mit schwarzen Zwischenlagern von mehr oder minder dicken Aschenstreifen. Zur Zeit meines Besuches waren diese Verhältnisse sehr schön in den Quebradas oder Hualcos der Nordseite aufgeschlossen. Nach dem Ausbruch von 1877 hatte Herr Dr. Wolf Gelegenheit, in den durch die Wasserfluthen vertieften oder neu aufgerissenen Rinnen dieselbe Erscheinung in ausgedehntem Maasse zu beobachten. Er vergleicht sehr treffend diese Aschenbänder, an welchen man die Thätigkeitsperioden des Cotopaxi zählen kann, mit den Jahresringen eines Baumes.¹⁾

Nach den Angaben desselben Beobachters war in den neugebildeten Rinnen das Eis meist in einer Mächtigkeit von 10—15 Meter aufgeschlossen, ohne dass dessen untere Grenze dabei erreicht war. An besonders günstigen Stellen der Ostseite des Berges schätzte Herr Dr. Wolf die Mächtigkeit auf 40—50 Meter. Dass auch Lavaströme in das Eis eingebettet vorkommen, ist von anderen Vulkanbergen bekannt, und glaubte ich eine solche Einlagerung in einer der Schichten der Nordseite auch am Cotopaxi zu erkennen. Doch war der Aufschluss zu undeutlich, um zu einem bestimmten Resultate gelangen zu können.

Oft wird, selbst bei ganz gerüfugigen Ausbrüchen, die sonst die Aufmerksamkeit der Anwohner in keiner Weise erregen würde, eine ganze Seite des Berges mit Asche überschüttet. Dann heisst es in Ecuador: Der Cotopaxi hat in einer Nacht all seinen Schnee verloren. So mag es sich auch im Jahre 1803 bei dem am 4. Januar erfolgten Ausbruch, von welchem A. v. Humboldt²⁾ nach Hörensagen berichtet, verhalten haben. Eine solche Aschenbedeckung scheint sehr bald wieder zu verschwinden, da

¹⁾ N. Jahrb. f. M., 1878, S. 143 Anm.

²⁾ Vues des Cordillères, p. 43; Kosmos IV, S. 575.

entweder die dunklen Aschen- und Schlackentheile durch die Sonne in die alte Schneedecke eingeschmolzen oder, bei frischem Schneefall, unter einer neuen Schneeschicht begraben werden.¹⁾

Bei frischem Schneefall überzieht sich der ganze Berg mit einer gleichmässigen weissen Decke, deren unteres Ende in 3700—3800 Meter Höhe ohne jede Ausbuchtung oder Einzackung verläuft, aus der nur die durchwärmten Kratertheile und die an den Gehängen herabziehenden neuen Lavaströme dunkel hervorragen. Der Schnee kann auf der Oberfläche der neuen Laven nicht alle Rauheiten ausfüllen, und manche der Ströme sind noch in ihren inneren Theilen so warm, dass der Schnee rasch wieder weggeschmolzen wird. Bei solch einem frischen Schneefall kann man den Verlauf der neuen Ströme gut verfolgen und auch den Verlauf der Lavenströme an der Westseite entwirren, was sonst bei der gleichmässigen, dunklen Farbe dieses Theiles des Abhanges recht schwierig ist.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen, d. h. wenn kein frisch gefallener Schnee die Abhänge bedeckt, zeigt sich die untere Schneegrenze als eine vielfach auf- und absteigende Linie. Die Schnee- und Eisbedeckung reicht auf den Höhen zwischen den Schluchten, sowie auf den langgestreckten, von nahe dem Krater herabziehenden Rücken weiter herab als in den Thälern und Schluchten. Das hat darin seinen Grund, dass, bei den in verhältnissmässig kurzen Zwischenräumen sich wiederholenden Ausbrüchen, die Schneeeablagerungen in den Thälern und Schluchten durch die vom Krater kommenden Lavenströme oder durch die bei den Ausbrüchen erzeugten Schlammströme immer wieder zerstört und weggeführt werden und es so zu keiner Eishildung kommen kann. Auf den Rücken und Höhen zwischen den Thälern ist oft der untere Theil der Gletscher und Schneehildung mit Asche überschüttet, sodass alsdann die richtige Bestimmung der unteren Schneegrenze mit Schwierigkeiten verknüpft ist, da es sich nicht immer feststellen lässt, ob man es mit einem vorgeschobenen Gletscher oder mit Firnschnee zu thun hat, und oft mögen die Gletscher-Enden unter der Alles bedeckenden Asche noch weiter herabreichen als die Messungen angeben. Am klarsten liegen die Verhältnisse auf der Ost- und Südseite, da der herrschende Wind die Ausbruchsmaterialien gegen Westen und Nordwesten treibt.

Die wenigen Messungen,²⁾ welche ich anführen konnte, können nur ein annähernd richtiges Bild dieser Verhältnisse geben.

¹⁾ Siehe auch Wagner: *Relaen*, S. 517, und Wolf: *N. Jahrb. f. Mineralogie*, 1878, S. 144.

²⁾ Meine Messungen wurden zuerst veröffentlicht in W. Reiss und A. Stübel: *Alturas tomadas en la Republica del Ecuador en los años 1871, 1872 u. 1873*, Quito 1873, p. 23, und sind seither wiederholt abgedruckt worden. Siehe auch die Tabelle am Schlusse dieser Arbeit.

Untere Schneegrenze:

Nordwestseite bei Yana-sacha-volcan	4763 m
Nordseite bei Tanri-pamba	4741 "
Ostseite, nördlich von Chiri-machai-volcan	4646 "
" südlich von Chiri-machai-volcan	4555 "
" nördlich von Puca-huaico-volcan	4572 "
Südseite, Fns des Picacho	4629 " ¹⁾
Westseite, zwischen Puca- und Manzana-huaico	4627 "

Die Zahlen zeigen deutlich, dass die Schneegrenze an der Ostseite des Berges 100—200 m tiefer liegt, als an den übrigen Abhängen. Es macht sich hier der Einfluss der aus den warmen und feuchten Tiefebene des Amazonasbeckens aufsteigenden Luftströmungen geltend, deren Feuchtigkeit vorzugsweise an den hoch aufragenden Bergen niedergeschlagen wird. Es ist eine durch meine Messungen am Sara-uren und am Cerro hermoso festgestellte Tatsache, dass in der Ostcordillere von Ecuador die Schneegrenze tiefer herabreicht, je weiter wir gegen Osten vordringen. Wenn hier am Cotopaxi die Schneebedeckung der Nordseite erst bei 4760 m beginnt, so senkt sie sich auf der West- und Südseite bis 4630 m und reicht an der Ostseite im Mittel gar bis 4550 m herab.²⁾

Am Sara-uren fand ich die Schneegrenze in 4364 m Höhe, das Gletscher-Ende in 4176 m und an dem noch weiter ostwärts sich erhebenden Cerro hermoso de los Llanganates das Gletscher-Ende in 4242 m. So tief reichen am Cotopaxi nur die am weitesten ausgedehnten, aus der Schneebedeckung hervortretenden Gletscher der Ostseite des Berges, deren unterste Enden beim Chiri-machai-volcan bei 4230 und 4300 m Höhe sich finden.

Von dem blendend weissen Schneemantel heben sich die dunklen Laven ab, deren raue Oberfläche und frisches Aussehen sie als die neuesten Ergüsse des Vulkans erkennen lassen. Die meisten derselben verschwinden bald unter der Schnee- und Eisbedeckung; wenige, namentlich an der Ostseite, lassen sich bis zu grösseren Höhen verfolgen. Nur die Westseite des Berges macht hierin eine Ausnahme: hier lagern die, zur Zeit unserer Besteigung noch warmen Lavamassen der Ausbrüche vom Jahre 1853, deren oberes Ende in 5559 m Höhe sich an den kahlen, nur von einzelnen Schneeflecken unterbrochenen Abstrich des Westkraterandes anschliesst, sodass hier ein ununterbrochener, schneefreier Streifen vom Gipfel bis zum Fns des Berges reicht. Diese

¹⁾ Wagner: Reisen, S. 517, 14 567' (4667 m).

²⁾ Siehe auch Stübel: Die Vulkanberge, p. 158, woselbst der Höhenunterschied der Schneegrenze an den verschiedenen Seiten des Cotopaxi zu 300—400 m angegeben wird. Die bisher veröffentlichten Messungen ergeben, wie oben gezeigt, eine Differenz von etwas mehr als 200 m.

schneefreie Gasse scheint aber erst nach dem Jahre 1802 entstanden zu sein: denn A. v. Humboldt betont es ausdrücklich, dass die Schneebedeckung des Berges durch keine gegen den Gipfel verlaufende dunkle Streifen unterbrochen würde.

P. Sodiro¹⁾ hat es versucht, die Eis- und Schneemasse des Cotopaxi zu berechnen; er gelangte zu dem Resultate, dass sich dieselbe auf 387 Millionen Kubikmeter belaufe. Bei der Rechnung wurde aber irrthümlicherweise der Neigungswinkel der Gehänge an den Scheitel des Kegels verlegt, sodass ein viel zu steiler Kegel und eine viel zu geringe Masse des Eises gefunden wurde. Setzt man die senkrechte Höhe der mit Schnee und Eis bedeckten Kegeltheile zu 1400 m an, die Neigung der Abhänge zu 35° und die Dicke der Schnee- und Eisschicht zu 50 m, Annahmen, welche der Wahrheit wohl ziemlich nahe kommen, so berechnet sich das Volumen der Eiskalotte ($\pi \cdot s \cdot r \cdot 50$) zu 766 Millionen Kubikmeter. Nimmt man dagegen die Neigung der Gehänge zu 40° an, was sicherlich zu steil ist, so ergibt sich eine Eis- und Schneemasse von 558 Millionen Kubikmeter. Man wird also ziemlich das Richtige treffen, wenn man das Volumen des Eises und Schnees am Cotopaxi zu mehr denn $\frac{1}{2}$ und zu höchstens $\frac{3}{4}$ Kubikkilometer annimmt, wobei allerdings alle Unregelmässigkeiten der Bergform nuberücksichtigt bleiben.

Die neuen Lavaströme des Cotopaxi hat bereits A. v. Humboldt gesehen und erkannt, wenn er sie auch in seinen späteren Veröffentlichungen als „Trümmerzüge“ von den Lavaströmen unterscheiden wollte. v. Humboldt versuchte, im Mai 1802, die Schneegrenze in der Nähe des Picaño zu erreichen; der Berg selbst war seiner Ansicht nach unersteiglich.²⁾ Bei diesen Wanderungen gelangte der Reisende an die südlichsten Lavenströme der Ostseite. Ich lasse hier wörtlich die kurze Schilderung folgen, welche v. Humboldt im Jahre 1858 im Kosmos gegeben hat:

„Wie der Cotopaxi, der mächtigste aller Vulkane von Quito, viele Analogie in dem Trachytgestein mit dem Antisana darbietet, so findet man auch an den Abhängen des Cotopaxi in grösserer Zahl die Reihen von Felsblöcken (Trümmerzüge) wieder, welche uns oben (beim Antisana) lange beschäftigt haben.“

„Es lag den Reisenden besonders daran, diese Reihen bis an ihren Ursprung oder vielmehr bis dahin zu verfolgen, wo sie unter der ewigen Schneedecke verborgen liegen. Wir stiegen an dem südwestlichen Abhange des Vulkans von Mulato (Mulalalo) aus, längs dem Río Aláques, der sich aus dem Río de los Baños und dem Río Barancas bildet, nach Pansache (11 322 Fuss)³⁾ aufwärts, wo wir die geräumige Casa del Páramo in der Grasebene (el Pajonal) bewohnten. Obgleich bis dahin sporadisch viel

¹⁾ Relación sobre la Erupción del Cotopaxi, acaecida el día 26 de Junio de 1877. Quito 1877, p. 20—22.

²⁾ Vues des Cordillères, p. 45.

³⁾ 3577 m.

mächtlicher Schnee gefallen war, so gelangten wir doch östlich von dem viel berühmten Inga-Kopf (Cabeza del Inga) erst in die Quebrada und Reventazon de las Minas und später noch östlicher über das Alto de Sangüain¹⁾ bis zur Schlucht des Löwenberges (Puma-Uren),²⁾ wo der Barometer doch nur erst eine Höhe von 2263 Toisen oder 13 578 Fuss³⁾ anzeigte. Ein anderer Trümmerzug, den wir aber bloss aus der Entfernung sahen, hat sich vom östlichsten Theile des mit Schnee bedeckten Aschenkegels gegen den Rio Negro (Zufluss des Amazonasstromes) und gegen Valle vicioso hin bewegt. Ob diese Blöcke als glühende, nur an den Rändern geschmolzene Schlackenmassen — bald eckig, bald rundlich, von 6—8 Fuss Durchmesser, selten schalig, wie es die des Antisana sind — alle aus dem Gipfelkrater zu grossen Höhen ausgeworfen, an den Abhang herabgefallen und durch den Sturz der schmelzenden Schneewasser in ihrer Bewegung beschleunigt worden sind; oder ob sie, ohne durch die Luft zu kommen, aus Seitenspalten des Vulkans ausgestossen wurden, wie das Wort reventazon andeuten würde: bleibt ungewiss.⁴⁾

Der Vergleich mit den Lavaströmen des Antisana⁵⁾ zeigt deutlich, dass A. v. Humboldt die Natur der Ströme richtig erkannt hat. Spätere Reisende sind nicht so weit vorgedrungen, und so blieb uns die Wiederentdeckung der Laven des Cotopaxi vorbehalten, als wir in den Jahren 1872 und 1873 den Berg in allen seinen Theilen eingehend untersuchten.

An der Nordseite des Berges zieht vor allem ein mächtiger, an der Nordwestflanke herabziehender Lavastrom, der Yana-sacha-Volean,⁶⁾ die Aufmerksamkeit auf sich. In 4840 m Höhe treten die Zacken des Stromes aus den Eis- und Aschenschichten hervor, welche den ganzen, von nahe dem Nordwest-Gipfel bis zu Lippiopungu, dem Sattel zwischen Cotopaxi und Rumiñahui, verlaufenden Rücken bedecken. Die Oberfläche des Stromes weist wild übereinander gelagerte grosse Blöcke auf. Anfangs schmal, verbreitert sich die Lava gegen die tieferen Abhänge zu und erreicht, in mehrere Arme getheilt, ihr Ende in 4071 m Höhe, nahe oberhalb der kleinen Seefläche

¹⁾ Sumbucien.

²⁾ Eigentlich Puma-ucu = Löwenschlucht.

³⁾ 4111 m.

⁴⁾ Kosmos IV, S. 362, 363.

⁵⁾ Siehe meine Beschreibung der Lavenströme des Antisana in: W. Reiss, Ecuador 1870—1874, Bd. I, 1904, S. 15—32.

⁶⁾ In den wenig bewohnten Gebirgsthellen Ecuadors ist es äusserst schwierig, die richtigen Namen bestimmter Punkte zu erhalten. So wurde, sowohl Herrn Dr. Stübel wie auch mir, der Lavastrom als Yana-sacha-Volean bezeichnet, nach dem in der unmittelbaren Nähe gelegenen Yana-sacha (= Schwarzwald). Die Lavenströme selbst haben keinen Namen, da sie weder von Menschen, noch von den Schafherden betreten werden. Als Herr Whympfer im Jahre 1890 seine Cotopaxi-Besteigung ausführte, scheint der Name nicht mehr gebräuchlich gewesen zu sein (Travels, p. 158).

von Limpio-pungu (3888 m). Der Strom, dessen obere Theile durch Eis und Asche verdeckt werden, durchmisst also in seinem sichtbaren Theile, an dem steilen Kegelhänge, eine Höhe von 769 Meter. An ihrem unteren Ende bei Limpio-pungu sieht man deutlich, wie diese neue Lava auf einem älteren Lavastrom aufruhet,¹⁾ der ungefähr denselben Verlauf gehabt haben muss, wie der Yana-sacha-Volcan. Uebrigens ist der Yana-sacha-Volcan, in seinen unteren Theilen, bereits von einem kümmerlichen Pflanzenwuchs bedeckt, der darauf hindeutet, dass diese Lava schon vor längerer Zeit geflossen sein muss.

Ein prächtvoller, ganz frischer, in mehrere Arme getheilter Lavastrom kommt an der Nordseite des Berges an der Stelle herab, auf welcher die aus alten obsidianführenden Hornblende-Andesiten bestehende Inca-loma unter den Anbruchsmassen des neueren Cotopaxi-Kegels verschwindet.²⁾ Nach dem an seinem unteren Ende sich ausdehnenden Rücken haben wir denselben als Tauri-pamba-volcan bezeichnet. Die Lava ist ganz frisch, als wenn der Strom gestern geflossen wäre. Sie tritt aus dem Eismantel des Berges in etwa 4741 m hervor und erreicht ihr unteres Ende in 4421 m Höhe, also noch etwa 400 Meter über der Einsattelung zwischen Cotopaxi und Inca-loma. Der Tauri-pamba-Strom ist ganz besonders ausgezeichnet durch die Menge von Quarzeinschlüssen, welche die Lava führt. Manche der stark gefriteten Quarzstücke haben einen Durchmesser von 50 Centimeter, während andererseits Stückchen bis zu wenigen Millimeter Grösse vorkommen. Der weisse Quarz hebt sich grell von der schwarzen Lava ab, doch ist es schwer, gute Handstücke zu erlangen, da die sprüden Quarzeinschlüsse beim Schlagen leicht herauspringen. Wohl alle neueren Laven des Cotopaxi führen solche Quarzstücke, doch keine in solcher Menge wie Tauri-pamba-Volcan. Die Herkunft des Quarzes kann nicht zweifelhaft sein: er stammt aus den alten krystallinischen Schiefen, welche die Ostcordillere im Wesentlichen zusammensetzen, und die hier, ganz in der Nähe, am Cuvillan und der Carrera nueva als grosse Gebirgsszüge auftreten. Herr Dr. Wolf will diese Quarze von Gängen und Adern ableiten, wie sie in den Porphyriten und Grünsteinen der Westcordillere auftreten, weil neben den Quarzen zwar viele Grünstein-artige Einschlüsse, aber keine Glimmerschieferstücke in den neuen Laven sich finden.³⁾

Am unteren Ende des Tauri-pamba-Volcan finden sich schwarze Schlacken, welche weisse Bimssteinstücke zu umschliessen scheinen. Es lässt sich nicht entscheiden, ob diese Schlacken zu dem neuen Ausbruch gehören oder ob sie in Verbindung mit einem

¹⁾ Siehe auch Wolf: N. J. f. Mineral., 1878, S. 124.

²⁾ Tauri-pamba, Sattel zwischen Inca-loma und Cotopaxi-Abhang 4429 m.

³⁾ N. Jahrb. f. Mineral., 1878, S. 125.

der Ströme oder Schlackenlager stehen, welche an den Seiten der Schlucht in grösserer Zahl in pseudoparalleler Lagerung angeschlossen sind. Merkwürdiger Weise bestehen diese Schlacken, nach den Untersuchungen des Herrn Young, aus Hornblende-Andesit, einer an dem aus Angit-Andesiten aufgebauten Cotopaxi-Kegel seltenen Andesitvarietät.

Gegen Osten fortschreitend, finden wir am Nordostabhang des Berges den schönen, frischen Lavastrom von Diaz-chaiana-Volcan¹⁾ (Ruheplatz des Diaz), der, nach Aussage meiner Führer aus Valle Vieioso und Pedregal, im Jahre 1865 ausgebrochen sein soll.²⁾ Ein gewaltiger Schlammstrom zieht von der Lava nach dem Grunde des intercollina Raumes zwischen Cotopaxi und Sincholagua herab, Stücke der neuen Lava, ausgeworfene Bomben und ältere Laven in Menge mit sich führend. Es sollen beim Ausbruch auch grosse Eisblöcke herabgeführt worden sein. Ich habe diese Lava nicht näher untersucht, auch ihren Fusspunkt nicht gemessen. Herr Dr. Stübel³⁾ giebt für das untere Ende die Höhe von ca. 4000 Meter an, doch handelt es sich hier wohl um eine ungefähre Schätzung, nicht um eine wirkliche Messung.

Mit den drei angeführten Lavenströmen, dem Yanasacha-Volcan, Tanri-pamba-Volcan und Dinz-chaiana-Volcan ist die Aufzählung der neuen, an der Nordseite des Cotopaxi herabgekommenen Laven erschöpft, und wir gehen nun zu den Lavenströmen an der Ostseite des Berges über.

In den oberen Theilen des vielfach verzweigten Thales von Chiri-machai tritt aus dem ewigen Eis und Schnee des Cotopaxi-Kegels eine gewaltige Lavamasse, Chiri-machai-Volcan,⁴⁾ hervor, die, in mehrere Arme getheilt, die Quellzuflüsse des genannten Baehes erfüllt. In etwa 4646 m Höhe tritt die neue Lava aus dem Eismantel des Cotopaxi hervor; ihr nördlicher Arm erreicht sein Ende in 4300 m, der südliche in 4330 m Höhe, sodass also der Strom etwa 300 Meter am Abhang herab sich erstreckt. Auch von der Chiri-machai-Lava gehen Schlammströme aus, die weit im Flussbett des Tambo-yacu Verwüstungen angerichtet haben. Gute Weide wurde zerstört, mit Schlamm und Schutt überdeckt. Bis nahe an die Vereinigung des Tambo-yacu mit dem Rio Ami, also auf eine Entfernung, die nach der Stübelschen Karte etwa 10—12 Kilometer betragen würde, sind Lavenblöcke bis 3 Meter im Durchmesser herabgeführt worden. Diese

¹⁾ Herr Dr. Stübel rechnet (Vulkanberge, S. 158, 159) den Diaz-chaiana-volcan der Ostseite des Berges zu; nach meiner Auffassung gehört er zur Nordseite des Cotopaxi, d. h. zu dem zwischen Limpio-punga im Westen und Alumin-cocha im Osten sich erstreckenden Entwässerungsgebiet des Berges, welches alle seine Gewässer gegen Norden zum Rio Pita sendet. So ist auch der Lavastrom auf Dr. Stübels Karte eingezeichnet.

²⁾ Die Jahreszahl ist sicher ungenau, doch muss die Lava zu den historischen Strömen gerechnet werden.

³⁾ Vulkanberge, S. 151.

⁴⁾ Chiri = knit; machai = Höhle.

grossen Blöcke führen den eigenthümlichen Quechua-Namen „Machana-rumi“, der gewöhnlich mit „Kuss-Stein“ übersetzt wird.¹⁾

Der Ausbruch, welchem die Chiri-machai-Lava und damit auch die grosse Avcuña ihren Ursprung verdanken, soll im Jahre 1858 stattgefunden haben, doch ist die Zeitangabe unzuverlässig, vielleicht ist der Ausbruch gleichzeitig mit der von Karsten beschriebenen Eruption vom Jahre 1853, bei welcher der grosse Lavenstrom nach Pucallpaico und Manzana-huaco an der Westseite des Berges ergossen wurde. Die Vaqueros (Rinderhirten) hielten genau die beiden Ausbrüche von Diaz-chuana und Chiri-machai auseinander; der erstere sollte etwa 7, der letztere etwa 14 bis 15 Jahre vor meinem Besuch stattgefunden haben. Man wird aber wohl darauf verzichten müssen, genau das Jahr der beiden Ausbrüche von Diaz-chuana und Chiri-machai zu bestimmen; nur so viel dürfte als feststehend betrachtet werden, dass beide in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts erfolgten und zwei verschiedenen Ausbrüchen angehören.²⁾

Der zweite neue Lavastrom der Ostseite liegt weiter südlich in einem der Quellflüsse des Pucallpaico; wir haben ihn nach diesem Bach als Pucallpaico-Volcan oder nach den von dem Bach durchschnittenen Bergrücken als Potrerillos-Volcan bezeichnet. Der Lavastrom gleicht ganz dem vorhergehenden; er tritt in 4572 m Höhe aus der Eisumhüllung hervor und erreicht sein unteres Ende in 4365 m, während der Fuss des Cotopaxi-Kegels hier in ungefähr 4100 m Höhe zu setzen ist.

Auf der Grenze zwischen Ost- und Südseite des Cotopaxi tritt der Puma-nen oder Minas-Volcan als mächtige Lavamasse auf, die, in verschiedene Arme getheilt, ostwärts in das Thal von Puma-nen, südwärts in die Quebrada de las Minas sich ergiesst. Man kann den Lavastrom von verschiedenen Seiten sehr gut übersehen, so von Potrerillos grande, vom Morro, vom Picacho; es ist die Lava, welche A. v. Humboldt bei seinen Wanderungen an der Südseite des Cotopaxi gesehen und beschrieben hat. Die Reventazon de las Minas von A. v. Humboldt ist der gegen Süden geflossene Arm, der zweite von ihm erwähnte Lavenstrom ist entweder der östliche Arm desselben Stromes oder aber der Potrerillos-Volcan. Ich habe die Reventazon nicht näher untersucht; Herr Dr. Stübel giebt die Meereshöhe des unteren Endes der Lava in der Quebrada de las Minas zu 3762 m an und schätzt das Ende des Puma-nen-Armes derselben Lava auf circa 4000 m. Er betrachtet die beiden Lavamassen als verschiedenen Aus-

¹⁾ Auch Mackham: Contributions towards a Grammar and Dictionary of Quichua, S. 145 giebt machavi = to kiss, to adore, doch scheint mir die Ableitung fraglich; es liegt wohl eine falsche Aussprache des Quechua-Wortes vor. Sollte es vielleicht mochiama heissen, von mochiy = Wasser ausquellen, sprucken?

²⁾ Herr Stübel glaubt beide Laven einem und demselben Ausbruch zuschreiben zu dürfen.

brüchen angehörig, während sie mir als zwei Arme eines und desselben Stromes erschienen. Welche Auffassung die richtige ist, liesse sich nur durch eingehende Untersuchung der betreffenden Örtlichkeiten feststellen. Da der vor hundert Jahren von A. v. Humboldt eingeführte Name auch zur Zeit unserer Anwesenheit noch in Gebrauch und allgemein bekannt war, so glaube ich, dass derselbe den Vorzug vor dem gewiss wenig bekannten Quechua-Namen¹⁾ verdient und dass diese Lava als „Reventazon de las Minas“ auch fernerhin zu bezeichnen ist.²⁾

Auf der Südseite des Berges ist, ausser dieser in die Quebrada de las Minas sich ergiessenden Lava, kein neuer Lavastrom bekannt; ein solcher hätte nicht leicht übersehen werden können, da die Südgehänge des Cotopaxi mit ihrer mächtigen Schneebedeckung sich leicht überblicken lassen.

An der Westseite haben die neuesten Ausbrüche grosse Lavenmassen abgelagert, die zum Theile ihrer ganzen Ausdehnung nach der Untersuchung zugänglich sind, da hier an einem grossen Theil des Abhanges der Schnee- und Eismantel entweder fehlt oder unter den neuen Ausbruchmassen begraben liegt.

Die südliche dieser neuen Laven rührt wohl von dem am 14. September 1853 erfolgten Ausbruche her, über welchen Karsten³⁾ mehrfach berichtet hat, und über dessen Lavastrom die beiden ersten Besteigungen des Cotopaxi stattfanden. Ich will diesen Strom als Manzana-huaico-volcan bezeichnen nach der Quebrada, in welcher ein grosser Theil der Lava abfloss. Der Strom beginnt in schwarzen Felsen, welche in 5550 m Höhe aus dem vom Kraterrand herabziehenden Arenal an der Stelle des Abhanges aufragen, an welcher die äusserst steile Neigung des obersten Kegeltheiles (35 bis 40°) in ein etwas sanfteres Gehänge übergeht. Ungeheure, scharfkantige Blöcke bilden die Oberfläche des Lavawulstes, in welchem keinerlei Kratereinsenkung, keinerlei kraterförmige Anordnung der Blöcke sich erkennen lassen. Von diesen obersten Blöcken aus zieht der anfangs nicht sehr breite und wenig mächtige Strom in mehrere Arme getheilt, mit steil abgebochten Seiten, in fast gerader Linie am Abhang herab bis etwa

¹⁾ Taruga-puma-huaico-volcan, A. Stübel, Vulkanberge, S. 151.

²⁾ Herr Dr. Stübel führt (Vulkanberge, S. 150) auf der Ostseite noch einen weiteren Lavastrom als Cimarron-volcan an. In der Aufzählung der neuen Laven (ebenda, S. 151) wird diese Lava nicht erwähnt, wohl aber wird gesagt, dass alle die neuen Ströme der Ostseite unter dem Namen „Reventazon de las Umarronas“ zusammengefasst würden. Es scheint mir, als sei unter dem Umarronas-Volcan auf S. 150 der in der Aufzählung S. 151 als Taruga-puma-huaico-volcan, also der nach der Südseite abgebochene Arm des Puma-nen-Volcans zu verstehen, d. h. der Volcan de las Minas von A. v. Humboldt. Der Puma-nen-Volcan, S. 151, und der Puma-cochu-Volcan, S. 150, sind wohl nur verschiedene Benennungen für ein und denselben Strom.

³⁾ Verhandlungen der Versammlung deutscher Naturforscher in Wien, 1854, S. 92, 93; Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXV. 1875, S. 569—571.

zur unteren Grenze des ewigen Schnees, indem er dabei mehr und mehr an Breite zunimmt, in dem Maasse, wie die Steilheit des Geländes abnimmt.

Wie es mir schien, besteht das Lavafeld aus vier gesonderten Armen, die, bald sich trennend, bald sich vereinigend, am Abhang herabziehen. Zwischen den Stromarmen bilden sich oft tiefe Einsenkungen, welche hegkreuzt sind von den steilen Seitenböschungen der sich berührenden oder von einander entfernenden Stromtheile. Der Grund dieser Vertiefungen ist, ebenso wie die Seitenabhänge der Stromarme, mit Steingeröll und Schutt bedeckt, wie solche bei einem in Bewegung befindlichen Lavaström durch die aneinander sich stossenden und reibenden Blöcke der erstarrten Oberfläche sich bilden. Fast stets zeigt sich die Mitte der Stromarme tiefer als die Ränder der Seitenumwallungen, sodass die Lava wie in Kanälen abfloss. In etwa über 4600 m Höhe theilt sich die ganze Lavanasse in zwei mächtige Arme, von welchen der eine nordwärts in die Manzana-huaico-Schlucht sich ergiesst, der andere südwärts in die Schlucht von Pucá-huaico abfließt. In Manzana-huaico erreicht die Lava ihr Ende in 4194 m; in Pucá-huaico scheint sie noch etwas tiefer geflossen zu sein.¹⁾ Vor dieser Zweitheilung mag das Lavafeld eine Breite von 600—800 Meter besitzen, bei einer Mächtigkeit der Lava, die zwischen 30 und 60 Meter schwankt. Der ganze Lavaström war im Jahre 1872 noch warm; es ergaben die in Lavarissen angestellten Beobachtungen eine Temperatur von 20—30° C. Das erwärmte Gas, welches aus solchen Spalten entweicht, scheint nur aus atmosphärischer, mit etwas Wasserdampf vermischter Luft zu bestehen.

Noch etwas höher am Abhang, wie Manzana-huaico-volean, beginnt ein anderer Lavaström, der 1872 ebenfalls noch warm war und wohl demselben Ausbruch angehören dürfte. Diese Lava muss mit grosser Schnelligkeit geflossen sein, da sie, statt der Abdachung des Bodens zu folgen, in schräger Richtung den Abhang des Berges gegen eine andere Schlucht hin durchlief. Aber nur ein Theil der Lava vermochte im Bette dieser Schlucht herabzufließen, während die Hauptmasse, bei der Schnelligkeit, mit der die Laven an dem steilen Abhang des Kegels sich herabbewegten, fortgeschoben wurde und sich auf dem Rücken an der der Schlucht entgegengesetzten Seite ausbreitete. Dieser schwarze Streifen, der auf dem schneebedeckten Berggehänge von einer Schlucht zur anderen herüber reicht, verleiht dem Westabhang des Berges ein eigenthümliches Aussehen, ist aus grosser Ferne sichtbar²⁾ und lässt sich auch auf den von Herrn Troya hergestellten Oelbildern deutlich erkennen.

¹⁾ Herr Dr. Stübel giebt das untere Ende in Pucá-huaico zu 4265 m (Vulkanberge, S. 151); da dies aber genau die von mir veröffentlichte Höhe des unteren Endes des Lavaströmes von Pucá-huaico an der Ostseite des Berges ist, so dürfte wohl eine Verwechslung vorliegen.

²⁾ Für die Laven der Westseite siehe: W. Reiss, Zeitschrift d. d. geol. Gesell. 1873, S. 81—85.

Bei Betrachtung der Westseite des Cotopaxi schien es mir, als müssten noch mehrere neue Laven zwischen Manzana-huaico-Volcan und dem bereits zur Nordseite gehörigen Yana-sacha-Volcan hier am Abhange liegen. Dafür sprechen die schwarzen Streifen, welche bald nach frischem Schneefall am Abhang hervortraten und welche wohl durch neue, noch warme Lavaströme erzeugt werden. Da ich aber diesen schwer zugänglichen Theil des Berges nicht näher untersucht habe, muss ich mich auf diese Andeutungen beschränken. Nur möchte ich noch darauf hinweisen, dass diese schwarzen Streifen auf Troyas Oelbildern deutlich hervortreten.

Wir haben also im Ganzen 7—8 ganz frische Lavaströme am Cotopaxi kennen gelernt, welche wohl alle der, hier sehr kurzen, historischen Zeit — drei wohl der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts, etwa den fünfziger Jahren — angehören. Es sind dies:

- 1) Yana-sacha-Volcan, schon etwas bewachsen, Nordwestseite;
- 2) Tauri-pamba-Volcan, Nordseite;
- 3) Diaz-chaiana-Volcan, wohl aus den fünfziger Jahren des 19. Jahrhunderts stammend, Nordostseite;
- 4) Chiri-machai-Volcan, in zwei mächtige Arme getheilt, ebenfalls aus der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts, Ostseite;
- 5) Puca-huaico- oder Potrerillos-Volcan, Ostseite;
- 6) Puma-ucu- oder Minas-Volcan, in zwei mächtige Arme getheilt, von Humboldt zuerst beobachtet, Südostseite;
- 7) Manzana-huaico-Volcan, aus dem Jahre 1853, in mehreren Armen an der Westseite des Berges;
- ? 8) Vielleicht neue Ströme zwischen Manzana-huaico-Volcan und Yana-sacha-Volcan, Westseite.

Die Aufzählung stimmt nicht ganz mit der von Herrn Dr. Stübel in seinem Werk über die Vulkanberge Ecuadors gegebenen, da ich den Diaz-chaiana- und Chiri-machai-Volcan als selbständige Ausbrüche, den Minas-Volcan dagegen als Arm des Puma-ucu-Volcans betrachte und neue Laven zwischen Manzana-huaico- und Yana-sacha-Volcan annehme. Das beruht auf individuellen Anschauungen, zeigt aber schon, dass die Zählung der neuen Laven insofern eine willkürliche ist, als man die einzelnen Ströme als selbständige Ausbrüche oder als Theile eines grösseren Ausbruches betrachten kann. Und die Ungewissheit wird noch grösser, wenn man bedenkt, dass wir von den meisten dieser Laven nur die untersten Enden sehen, während ihre oberen Theile unter Eis und Schnee begraben liegen. So wird es z. B. in späteren Zeiten, wenn die Westseite des Berges wieder mit Firnfeldern und Gletschern bedeckt sein wird, sehr schwer

sein, zu entscheiden, ob die beiden Arme des Lavastromes vom Jahre 1833 das Produkt eines einzigen oder zweier, zeitlich vielleicht weit aneinander liegender Ausbrüche sind.

Herr Dr. Stübel¹⁾ weist darauf hin, dass nicht für jeden einzelnen der angeführten Lavaströme nothwendig ein besonderer Ausbruch anzunehmen sei, dass vielmehr zwei bis drei der Ströme von einer Eruption herrühren können. Zu dieser Annahme zwingen die Berichte, welche wir über die Thätigkeit des Cotopaxi besitzen. In diesen wird mehrfach erwähnt, dass die gewaltigen, in Folge der Ausbrüche auftretenden Ueberschwemmungen und Schlammströme zu gleicher Zeit an verschiedenen Seiten des Berges Verwüstungen angerichtet haben. Nun hängen, wie weiter unten gezeigt werden soll, diese Wasser- und Schlammfluthen eng mit dem Erguss der Lava zusammen, ja, jede Avenida entspricht einem Lavaerguss, sodass, wenn von zwei oder drei Seiten des Berges Wassermassen niedergehen, man mit Recht auf das Hervortreten ebensovieler Lavamassen schliessen kann. Aus den weiter unten zusammengestellten Berichten ergibt sich, dass Schlammströme ergossen wurden:

- 1544 gegen Westen;
- 1742 gegen Westen;
- 1743 gegen Westen;
- 1744 gegen Westen, gegen Osten und gegen Norden;
- 1766 gegen Westen;
- 1768 gegen Westen, gegen Osten und gegen Norden;
- 1803 gegen Westen;
- 1850 gegen Westen;
- 1853 gegen Westen, wohl auch gegen Norden;
- 1854—56 gegen Osten.

Dazu ist zu bemerken, dass nach Lage der Wasserläufe alle Ausbrüche, welche gegen Westen oder gegen Süden gerichtet sind, Ueberschwemmungen in den südwestlich von Cotopaxi gelegenen Landestheilen, also vor allem in der Umgebung von Latacunga erzeugen müssen, während die in Folge der nach Ost sich ergiessenden Lavaströme erzeugten Fluthen ihre Verwüstungen in fast unbewohnten Lande, am Fusse des Quilindaña und im Valle vicioso anrichten. Die ganze Nordseite des Berges entwässert in die Mulde von Quito; kleine, das intercolline Gebiet zwischen Cotopaxi und Sincholagua einerseits und Cotopaxi und Rumiñahui andererseits nicht überschreitende Schlammströme werden unbeachtet bleiben, und man wird nur dann von Ausbrüchen der Nordseite in

¹⁾ Vulkanberge, S. 131, 132.

den Berichten hören, wenn die Zerstörungen bis in die Mulde von Quito sich erstrecken. Diese Verhältnisse erklären es, dass wir von den gegen Westen und Südwesten gerichteten Ausbrüchen ziemlich vollständige und ausführliche Kunde besitzen, während über die gegen Osten und Norden gerichtete Thätigkeit des Berges nur sehr lückenhafte Nachrichten vorliegen. Es kann kaum bezweifelt werden, dass, wenn auch über alle grösseren Eruptionen des Cotopaxi, welche in den letzten 350 Jahren stattgefunden haben, uns Nachrichten erhalten sind, doch vielfach kleine Ausbrüche völlig unbeachtet blieben, weil sie keinen Schaden in den bewohnten Landestheilen angerichtet haben. Dann lehrt auch ein Blick auf das nachfolgende Verzeichniss der Ausbrüche, dass, wie Herr Wolf sehr richtig hervorhebt, es meist Fremde sind, durch welche die Berichte veröffentlicht wurden, und dass mit seltenen, rühmlichen Ausnahmen nur bei den grossen, die ganze Umgegend in Schrecken versetzenden Ausbrüchen die Bewohner des Landes selbst Aufzeichnungen uns hinterlassen haben. Daraus folgt, dass die Chronik der Ausbrüche schwerlich vollständig ist, und dass, wenn ich aus der vorstehenden Liste für jede Weltgegend, nach welcher hin Ueberschwemmungen angegeben werden, nur einen Lavastrom annehme, ich sicherlich in meiner Schätzung hinter der Wahrheit zurückbleiben werde. Lasse ich den Ausbruch von 1534 und die im Jahre 1853 als fraglich gegebene Ueberschwemmung gegen Norden weg, so erhalte ich 13 durch die Cotopaxi-Ausbrüche erzeugte Ueberschwemmungen oder Schlammfluthen, von welchen jede von den anderen unabhängig ist, und da jede Schlammfluth zum mindesten einem Lavastrom entspricht, so müssen seit der Eroberung Ecuadors durch die Spanier im Jahre 1533 — und nur soweit reicht die historische Zeit hier zurück — wenigstens 13 Lavaströme an den Seiten des Cotopaxi herabgeflossen sein.

Nun hat die Untersuchung des Berges das Vorhandensein von acht neuen Lavaströmen ergeben; wir sind also wohl berechtigt, zu schliessen, dass ein Theil der in historischer Zeit ergossenen Laven unsren Blicken entzogen ist, sei es, dass die Ströme gegenwärtig unter Schnee und Eis begraben liegen, sei es, dass sie bei späteren Eruptionen durch die Wasserfluthen zerstört wurden, oder dass neuere Laven, welche denselben Weg am Abhang des Kegels nahmen, sie begraben und bedeckt haben.

Die im Vorstehenden gegebene Schilderung bezieht sich auf den Zustand des Berges im Anfang der siebziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts. Seitdem sind, in Folge des grossen Ausbruchs im Jahre 1877, bedeutende Veränderungen an dem Berge vor sich gegangen. Die neuen Lavenströme, deren Inneres nur an wenigen Stellen erschlossen war, sind durch die Schlammfluthen (Avenidas) zum grossen Theil zerstört und überdeckt worden. In den neugebildeten Wasserrissen gewinnt man einen Einblick in die tieferen Theile der neuen Laven, von welchen bisher nur die äusseren Block-

krusten zugänglich waren. „... da sieht man deutlich, dass sie unter der Block- und Schlackendecke aus kompaktem, mehr krystallinischem Andesit bestehen, welcher nicht selten pfeilerförmige Absonderung zeigt.“¹⁾

In Form und Aussehen gleichen die neuen Lavenströme des Cotopaxi denen des Antisana: sie sind wulstförmig den Gehängen aufgesetzt; beim Ergiessen in die Thäler schmiegen sie sich nicht an die Seitenwände an, sondern ziehen als mächtige Dämme mit steilen und hohen seitlichen Böschungen im Grunde der Thaleinschnitte abwärts. Doch scheinen die Laven des Cotopaxi dünnflüssiger ergossen zu sein, wie die kieselsäurereicheren Laven des Antisana.

Vom Kraterrande des Berges, in etwa 5900 m Höhe ausgehend, reichen die Laven an den Abhängen des steilen Kegels herab bis zu 4365 und 4071 m. ja, nach Herrn Dr. Stübel's Messung, im Minas-Volcan sogar bis 3762, weisen also zwischen ihrem Ursprungspunkt und ihrem Fussende Höhendifferenzen von 1534 bis 2030 Meter auf, Differenzen, welche mehr als die anderthalbfache Höhe des Vesuys erreichen, und dabei haben die Laven doch nur eine horizontale Entfernung von 6—8 Kilometer durchmessen.

Alle die neueren Lavaströme nehmen, wie Herr Dr. Stübel zuerst richtig erkannt hat und wie dies durch die Ausbrüche von 1853 und 1877 bestätigt wird, ihren Ursprung vom Gipfelkrater aus, auch dann, wenn ihr oberes Ende, also ihr Anfang, 500 oder mehr Meter tiefer zu liegen scheint: Der oberste Theil der Ströme ist an dem steilen Abhang abgeflossen oder abgerutscht. Daraus kann man aber wohl nicht schliessen, dass seitliche Eruptionen überhaupt nicht vorgekommen seien oder nicht vorkommen können; denn fehlen auch seitliche Schlackenkegel am Cotopaxi, so lehren doch die Lavaausbrüche des Antisana zur Genüge, dass solche zähflüssige Laven an den Gehängen der Gebirge austreten können, ohne dass Schlackenanhäufungen am Ausbruchspunkte aufgeworfen werden. Dann liegen aber auch zwei Beobachtungen über die Bildung seitlicher Boccon vor: Bouguer²⁾ sagt ausdrücklich, dass 1742 „bei dem Ausbruch, der in unserer Gegenwart stattfand,“ eine seitliche Ausbruchsöffnung etwa in halber Höhe des schneebedeckten Theiles des Berges sich geöffnet habe, während die Flammen noch immer dem Gipfelkrater entstiegen. La Condamine³⁾ und Ulloa⁴⁾ bestätigen diese Angabe, und Wagner⁵⁾ hat ebenfalls die einer seitlichen Ausbruchsöffnung, etwa 500 Meter

¹⁾ Th. Wolf: X. Jahrbuch f. Mineral., 1878, S. 124.

²⁾ La Figure de la Terre, p. LXVIII und die beiden Abbildungen „Profil de la Cordillière du Pérou“ und „Vue de la Cordillière du Pérou aux environs de Quito“ auf der p. CX eingefügten Tafel.

³⁾ La Condamine, Voyage, p. 150.

⁴⁾ J. Juan y A. de Ulloa, Relacion histórica, Primera Parte, p. 572.

⁵⁾ Ausland 1866, S. 625 und Reisen, S. 528.

unter dem Gipfel, entsteigende Dampfsäule auf der von ihm veröffentlichten Abbildung des Cotopaxi angegeben. Wollte man nun auch annehmen, dass Bouguer, La Condamine und die spanischen Offiziere sich getäuscht hätten, dass sie die am unteren Ende der steilen äusseren Kraterabstürze, beim Beginn der sanfteren Neigung der Gehänge, sich anstauende Lava für einen Ausbruchspunkt gehalten haben, so bliebe doch immer die Wagnersche Angabe bestehen, denn damals wurde kein Lavaström ergossen.

Ueber die **Ausbrüche des Cotopaxi** vor der Eroberung Ecuadors durch die Spanier im Jahre 1533 liegen nur ganz unzuverlässige Traditionen vor. Im Jahre 1534 wird von den spanischen Geschichtsschreibern der Conquista ein Aschenausbruch erwähnt; die ersten zuverlässigen Angaben verdanken wir jedoch den französischen Akademikern, welche in den vierziger Jahren des achtzehnten Jahrhunderts mehrere Ausbrüche beobachten konnten. Leider sind die Berichte der verschiedenen Mitglieder dieser wissenschaftlichen Expedition sehr kurz gehalten: Doch aber erhalten wir Schilderungen, welche ein vortreffliches Bild der Ausbrüche gewähren; es werden die Lavaströme, die Aschenausbrüche erwähnt, die Schlammfluthen, sowie die Detonationserscheinungen ausführlich und zum Theil kritisch besprochen. Für lange Jahre bildeten diese Berichte wenn auch nicht die einzige, so doch die wichtigste, von A. v. Humboldt ausgiebig benutzte Quelle für die Kenntniss der Ausbrüche des Cotopaxi, die auch heute noch ihren vollen Werth behalten hat.

Ueber hundert Jahre später war es Karsten vergönnt, dem grossen Ausbruch vom Jahre 1853 beizuwohnen. Seine Berichte sind kurz, gedrängt und durch theoretische Voreingenommenheit beeinträchtigt, doch aber enthalten sie viele gute Beobachtungen, sodass es möglich war, in Verbindung mit den eigenen Wahrnehmungen an dem von dieser Eruption stammenden Lavaström, bereits im Jahre 1872 den Verlauf einer Cotopaxi-Eruption zu schildern.¹⁾

Der grossartige Ausbruch vom Jahre 1877 hat die damals gemachten Annahmen vollauf bestätigt. Es ist der einzige Ausbruch, über welchen wir eingehende wissenschaftliche Berichte besitzen. P. Sodiro war wenige (12) Tage nach der Eruption am Fuss des Berges. Seine Beobachtungen und Betrachtungen beziehen sich im Wesentlichen auf die Aschenanswürfe, die Schlammströme, deren Entstehung und die durch beide verursachten Zerstörungen. Erst 2½ Monate später, im September, besuchte Herr Dr. Wolf den Cotopaxi. Ihm verdanken wir die schon öfters citirte, vortreffliche Monographie, welche für die Geschichte der Cotopaxi-Ausbrüche für alle Zeiten grandlegend sein wird.

¹⁾ Reiss: Zeitschrift d. d. geol. Gesell., 26, 1874, S. 817–819.

Ueber einzelne grössere und über viele kleinere Ausbrüche geben meist spanische Quellen Aufschluss, die — leider nur bis zum Jahre 1797 — von Herrn Dr. Wolf in seiner *Crónica de los Fenómenos volcánicos y terremotos en el Ecuador*¹⁾ gesammelt und kritisch gesichtet sind. Ich habe in der folgenden Uebersicht alle mir bekannt gewordenen Nachrichten zusammengestellt, ohne auf eine Discussion der älteren Berichte einzugehen, für welche auf Herrn Wolfs Arbeit zu verweisen ist. Für einige Eruptionen aus der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts hat neuerdings P. Sodiro aus den Archiven von Latacunga bisher unbekannte Berichte veröffentlicht,²⁾ die ich an den betreffenden Stellen eingeschaltet habe. Bei den Ausbrüchen sind die Namen der Beobachter und Schriftsteller angeführt, auf deren Autorität hin die Angabe erfolgt. Die Titel der betreffenden Werke finden sich in dem weiter unten gegebenen Literaturverzeichniss. Bei all den Ausbrüchen, für welche keine Autorität angegeben ist, wird auf Dr. Wolfs *Crónica* verwiesen.

Zusammenstellung der historischen Ausbrüche des Cotopaxi.

1534. Aschenausbruch und Schlammströme (Wolf, *Crónica*, p. 12).
1742. 15.—24. Juni. Aschenauswurf und Schlammströme, seitliche Ausbruchsöffnungen (de la Condamine, Bouguer).
9. Dezember. Ausbruch heftiger, als der vorhergehende, Schlammströme (de la Condamine, Bouguer).
1743. April. Aschenauswurf, Laven- und Schlammströme (Velasco).
27. September und folgende Tage. Aschenauswurf, Schlammströme (Juan und Ulloa, de la Condamine, Velasco, Sodiro).
1744. Mai, beginnt die erhöhte Thätigkeit, seitliche Ausbruchsöffnungen (Juan und Ulloa).
30. November. Mehrtägiger, heftiger Ausbruch mit Feuerströmen, Aschenauswürfen und grossen Schlammüberschwemmungen, welche sich sowohl nach Süden, wie auch Osten und Norden ergossen haben. Das Getöse des Ausbruches wurde in Gnayaquil und Piura einerseits, in Pasto und Popayan andererseits, gehört, nicht aber in Latacunga und Quito (Juan, Ulloa, de la Condamine).
2. Dezember. Ohne nähere Angaben (Sodiro, Wolf, *Geografía*, p. 359).
1750. 1.—3. September. Heftige Detonationen (de la Condamine).

¹⁾ Deutsches in: *N. Jahrb. f. Mineral.* 1875, 8, 152, 449, 561.

²⁾ *Relacion sobre la Erupcion del Cotopaxi acaecida del dia 26 de Junio de 1877*, p. 36—40, Apéndice.

1766. 10. Februar. Heftiger Ausbruch mit Aschenanswurf und Schlammströmen; der Vulkan das ganze Jahr in gelinder Thätigkeit.

1768. 4. April. Sehr heftiger Ausbruch mit Aschenanswurf und grossen Schlammströmen. Die in ungeheurer Menge ausgeworfene Asche soll bis Guayaquil und, gegen Norden, gar bis Pasto gelangt sein. Grosse Gesteinsstücke wurden bis in die bewohnten Umgebungen des Berges geschleudert; die Schlammströme, ebenso mächtig, wenn nicht noch mächtiger, als bei dem vorübergehenden Ausbruch, ergiessen sich nach allen Himmelsrichtungen.

1803. 4. Januar. von Humboldt hörte den Donner der einzelnen Ausbrüche in Guayaquil (von Humboldt). Aschenanswurf, Schlammströme (Wagner).

1845. April. Grosser Aschenausbruch (Ida Pfeiffer, von Humboldt).

1850. Schlammströme und Aschenansbrüche (Wagner).

1851. ? (Villavicencio).

1853. 14. September. Aschenanswurf, Schlamm- und Lavaströme (Karsten, Reiss).¹⁾

1854—1856. Kleinere Ausbrüche (Wagner). Laven- und Schlammströme gegen Osten (Villavicencio).

1858—1859. Kleinere Ausbrüche: es handelt sich wohl nur um Aschenanswürfe (Wagner).²⁾

1866. 16.—21. September. Schwache Ausbrüche; ob Lava? (Wolf: Geografia).

1870—1875. Zeiten der Ruhe wechseln ab mit Zeiten schwacher Thätigkeit, Dampf und Aschenansbrüchen (Reiss).

1877. 26. Juni. Gewaltiger Ausbruch, Schlamm- und Lavaströme nach allen Seiten des Berges (Wolf, Sodiro, Dressel). Das Getöse des Ausbruchs wurde in Guayaquil gehört, nicht aber in Latacunga und Quito (Wolf, Sodiro).

1878. 23. August. Aschenanswurf und Lavaströme (Egas, Martinez).

1879. Leichter Ausbruch (Wolf: Geografia).

1879/80. Aschenansbrüche, Lava im Krater (Whymper).

1880. 3. Juli. Heftiger Ausbruch (Wolf: Geografia).

1883. Ende August. Kurzer, aber starker Ausbruch unter lebhaften Erderschütterungen? (Fuchs).

¹⁾ Karsten, der vor und nach dem Ausbruch an Ort und Stelle war, giebt einmal 1853, das andere Mal 1854 als Jahr des Ausbruchs an. Mir wurde stets das Jahr 1854 genannt; auch P. Sodiro setzt den Ausbruch in das Jahr 1854. Trotzdem glaube ich, wie dies auch Herr Wolf gethan hat, den in seinen wissenschaftlichen Arbeiten niedergelegten Angaben Karstens folgen zu sollen.

²⁾ Herr Stübel vermuthet, dass im Jahre 1863 ein mächtiger Lavastrom am Westabhang des Berges herabgossen sei; da aber alle Nachrichten über Schlammströme und Ueberschwemmungen aus diesem Jahre fehlen, so glaube ich, dass hier eine irthümliche Nachricht der Eingeborenen vorliegt.

1885. 23. Juli. Lava, Asche und Schlacken, Geräusch wie fernes Artilleriefeuer noch in Guayaquil gehört (Fuchs).¹⁾

1886. 12. Jannar. Aschenregen, Detonationen und Erdbeben, werden dem Cotopaxi zugeschrieben (Nature, 1886, p. 274 u. 396).

Aus dem vorstehenden Verzeichniss geht unzweifelhaft hervor, dass der Cotopaxi seit den vierziger Jahren des achtzehnten Jahrhunderts in einer Phase erhöhter Thätigkeit sich befindet; es wechseln Zeiten grösserer Ruhe mit gewaltigen Ausbrüchen ab, ohne dass irgend eine Gesetzmässigkeit in den zwischen den grösseren Ausbrüchen liegenden Intervallen zu erkennen wäre. So folgten auf die Eruptionen in den Jahren 1742—1744 die Ausbrüche der Jahre 1766—1768 nach einer Ruhepause von 24 Jahren, dann 35 Jahre später der Ausbruch vom Jahre 1803. 50 Jahre ruhte nun der Vulkan oder beschränkte seine Thätigkeit auf Aschenauswürfe, zwischen welchen 1853 ein Ausbruch von mittlerer Stärke stattfand, auf welchen dann 1877 eine der gewaltigsten Eruptionen folgte, welche die Geschichte des Cotopaxi zu verzeichnen hat. Seitdem verhält der Berg sich ruhig, und nur kleinere Eruptionen scheinen stattgefunden zu haben. Doch darf dabei nicht übersehen werden, dass es glückliche Zufälle sind, wenn wir überhaupt Nachrichten über Ausbrüche erhalten, welche keine Verwüstungen in den bewohnten Gegenden verursachen.

Die grossen Cotopaxi-Ausbrüche erfolgten, nach einer Ruhezeit von mindestens 218 Jahren, in Intervallen von 24, 35, 50 und 24 Jahren.

Es ist nicht bekannt, ob zwischen dem Aschenregen im Jahre 1534 und den Ausbrüchen von 1742 kleinere Eruptionen stattgefunden haben oder ob der Berg in vollkommener Ruhe verharrte; denn eigentlich beginnt für den Cotopaxi die historische Zeit erst mit der französischen Gradmessung.

In den Zeiten zwischen den grossen Ausbrüchen des achtzehnten und neunzehnten Jahrhunderts fanden häufig kleinere Ausbrüche statt, bei welchen Dampf und Asche ausgeschleudert wurden, vielleicht auch hier und da ein kleiner Lavenstrom austrat, aber auch Zeiten absoluter Ruhe dürften nicht gefehlt haben; so sagt Humboldt ausdrücklich, dass im Jahre 1802 keine Dampfwolke dem Gipfel entstieg sei.

Die grösseren Eruptionen kündeten sich meist durch vermehrte Dampfbildung, sowie durch Aschenauswürfe mit mehr oder minder heftigen Detonationen an. So erfahren wir aus den von P. Sodirot²⁾ veröffentlichten Aufzeichnungen des

¹⁾ Teichernak: Mineralog. u. petrograph. Mittheilungen, N. F. VI, 1885, S. 200 u. VIII, 1887, S. 28. Ohne Angabe der Quelle, wohl Zeitungsnachrichten. 1885 soll Chambo, weit entfernt vom Cotopaxi im Rio-bambas-Becken, zerstört worden sein!!

²⁾ Relation, p. 7—9, Ann.

Geistlichen Rafael Cáceres von Olalla, dass der Ausbruch vom 26. Juni 1877 bereits durch eine erhöhte Thätigkeit des Berges gegen Ende des Jahres 1876 eingeleitet wurde, und dass im April und Mai 1877 glühende Schlacken dem Krater entstiegen, dessen Dampfvolken glühend roth beleuchtet waren, während über den östlichen Kraterrand ein Fenercataract herabfiel; der Schnee verschwand, d. h. wurde durch ausgeworfene Asche bedeckt, und häufige Detonationen wurden gehört. Dabei mag der nahe dem Kraterrand an den Abhängen liegende Schnee geschmolzen worden sein, denn Herr Wolf sagt ausdrücklich, dass der ganze obere Theil des Berges durchwärmt war, und Humboldt führt an, dass im Jahre 1800 dieser Theil sogar geleuchtet habe.¹⁾

Im Gegensatz hiezrn behauptet P. Sodiro,²⁾ der 12 Tage nach dem grossen Ausbruch des Jahres 1877 den Cotopaxi besuchte, der obere Theil des Berges könne nicht durchwärmt gewesen sein, weil grade nahe dem Gipfel die Schneebedeckung nach der Eruption noch vorhanden war.

Meist sind die grossen Ausbrüche von kurzer Dauer, oft verlaufen sie an einem Tage, seltener wiederholen sich die Eruptionen tagelang hintereinander. Hier mag aber eine Täuschung insofern obwalten, als nur durch die ersten gewaltsamen Ausbrüche die Verwüstungen am Fuss des Berges entstehen, während ein längeres Ausfliessen der Lava unbeachtet bleiben wird, weil dadureh keine Ueberschwemmungen mehr erzeugt werden.

Gewöhnlich wird die Katastrophe durch gewaltige Dampf- und Aschenausbrüche eingeleitet, die oft mit heftigen Detonationen aus dem Krater sich entwickeln; dann fliesst die Lava entweder an einer oder zu gleicher Zeit an mehreren Stellen über den Rand des Kraters ans, stürzt mit Blitzesschnelle die steile Wand am obersten Theile des Berges hinab, staut sich beim Beginn des sanfteren Gehänges an und bewegt sich auf den noch über 30° geneigten Abhängen rasch abwärts. Die Lavenströme bilden die Bausteine, aus welchen, im Verein mit den zu Schichten vereinigten losen Auswurfsmassen, der ganze, gewaltige Cotopaxi-Kegel aufgebaut ist, das sind die Laven, welche wir als pseudo-parallele Lagen in den Wänden der Schluchten, der Hunicos oder Quebradas, aufgeschlossen gesehen haben, deren neuesten Ströme sich als mächtige, aus der Schnee- und Eisdecke hervortretende Wülste an den Abhängen verfolgen lassen. An anderen Vulkanen, am Vesuv, am Aetna, sind es die Lavenströme, welche, über das bebaute Land sich ergiessend, Städte und Dörfer begrabend, Schrecken und Verwüstung verbreiten. Hier am Cotopaxi erreichen die Laven kaum den Fuss des steilen Kegels, sie erstarren an den kahlen, öden Abhängen, ohne die bewohnten Theile des Landes zu

¹⁾ Kosmos IV, S. 375.

²⁾ Relacion, p. 24.

erreichen; doch aber sind die Verwüstungen, welche sie verursachen, furchtbar, denn die glühendflüssigen Gesteinsmassen müssen sich einen Weg bahnen durch den Schnee- und Eismantel, welcher den oberen Theil des Berges in einer vertikalen Höhe von ungefähr 1400 m umhüllt. Schnee und Eis müssen in Berührung mit der Lava schmelzen, Dampfmassen, gewaltige Wasserfluthen werden erzeugt. Die an den steilen Gehängen herabstürzenden Wasser reissen Alles mit sich fort, unterwühlen sowohl die mit Aschenschichten durchzogenen Eismassen, als auch die parallel dem Abhang lagernden alten Lavenströme und wälzen sich als Alles vernichtende Schlammströme dem Fuss des Berges zu, Eisblöcke, Blöcke glühender Lava und grosse Gesteinsstücke mit sich führend. Die Schluchten in den unteren Theilen des Berges können die Menge der mit ungeheurer Geschwindigkeit sich bewegenden Schlammströme nicht fassen, ihre Seitenwände werden überschritten, die Schlammmassen ergiessen sich in die benachbarten Schluchten und breiten sich in den flacheren Landestheilen am Fusse des Berges aus. Rings um den Cotopaxi lassen sich die Schuttmassen beobachten, welche den Schlammströmen ihre Entstehung verdanken. Von jeder der neuen Laven geht eine solche Avenida aus; die ganzen intercollinen Räume zwischen Cotopaxi, Sincholagua und Rumifalme sind damit erfüllt; die Weidelländereien in Valle-vicoso sind durch sie zerstört; am ausgedehntesten aber finden sich die Ablagerungen westlich und südlich vom Berge in der Thalfäche des Rio Cutuchi, in der Umgebung von Mulalo und Latacunga. Die grossen, 3 Meter im Durchmesser haltenden, durch die Avenidas herabgeführten Blöcke in Valle-vicoso werden noch übertroffen von einem Block gleichen Ursprungs an der Westseite des Berges, von welchem Herr Dr. Stübel eine Abbildung, sowie die Maasse veröffentlicht hat:¹⁾ Danach beträgt der Umfang des Blockes 45 Meter, seine Höhe 8,5 Meter. Wenn man bedenkt, dass solche Blöcke durch die Schlammströme fortbewegt wurden, kann man sich ungefähr einen Begriff von der Wucht und Gewalt machen, mit welcher die mit grossem und kleinem Gesteinsmaterial beladenen Gewässer an den Abhängen des Berges niedergehen.

In allen Berichten über die grossen Ausbrüche werden ausführlich die Verwüstungen beschrieben, welche die Avenidas verursacht haben; die eingehendsten und zuverlässigsten Angaben verdanken wir einmal den französischen Akademikern, dann aber vor allem den Herren Sodiño und Wolf. Herr Whympers²⁾ hat in seiner anschaulichen Weise eine Darstellung des Ausbruches von 1877 und der durch denselben veranlassten Verwüstungen nach Dr. Wolfs Berichten gegeben. Es mag ge-

¹⁾ Skizzen aus Ecuador, S. 71.

²⁾ Travels, p. 123--129.

nügen, wenn ich ganz kurz das Wesentliche aus den uns erhaltenen Aufzeichnungen zusammenfasse.

Mit dumpfem Brausen, fast mit fernem Donner ähnlichem Getöse wälzen sich die mit vulkanischer Asche, Gesteinstrümmern, glühenden Lavablocken und grossen Eis- massen vermischten Gewässer am Abhang herab. An den unteren Gehängen drängen sie sich in den dort eingeschnittenen Schluchten zusammen, dieselben bis zu Höhen von 60 und 100 Meter erfüllend, über die Seitenwände sich ergiessend und auf den Ab- hängen Schluthügel bis zu 20 und 30 Meter Höhe absetzend. Am Fuss des Berges aber, woselbst die Wasserläufe in dem flachen Lande nur wenig eingeschnitten sind, überschreiten sie die Thalbetten und dehnen sich als wilde Schlammfluthen über das Land aus, alles vernichtend und zerstörend. Häuser, Haciendas, Fabriken, Menschen und Vieh mit sich fortreisend, bildeten 1877 die Schlammmassen zwischen Mulaló und Latacunga einen weiten See von ungefähr 28 Kilometer Länge und 1,6 Kilometer Breite,¹⁾ in dessen ganzer Ausdehnung das Land nach Ablauf der Gewässer ungefähr 1 Meter hoch mit Schlamm, Schutt und Detritus bedeckt war. Alle Strassen wurden zerstört, alle Brücken weggerissen; in der Umgegend von Latacunga berechnete man den Verlust an Menschenleben auf etwa 300 Personen,²⁾ trotzdem der Ausbruch bei Tage erfolgte und viele sich retten konnten. Mit einer Geschwindigkeit von etwa 10 Metern in der Sekunde brauseten die Fluthen dahin. „Drei Stunden nach seinem Eintreffen in Mulaló zerstörte er bereits die 15 geogr. Meilen entfernte Brücke über den Rio Pastaza am Fuss des Tunguragua; er erhob sich dort 100 Meter hoch in dem 12 Meter breiten Flussbett.“³⁾ Ähnlich einem Lavaström, seitlich wie von einer Mauer oder einem hohen Damm begrenzt, bewegten sich die Schlammmassen vorwärts.⁴⁾ Herr Alejandro Sandoval konnte von einer Anhöhe das Heranstürmen der Fluthen beobachten; nach seiner, Herrn Dr. Wolf gegebenen Beschreibung überstürzten sie sich „wie hohe Mauern, die sich fort- während nach vorn überschlugen.“⁵⁾

Die Stadt Latacunga war 1877 schwer bedroht, etwa 50 Häuser wurden zer- stört. Ungefähr 8—10 Kilometer unterhalb Latacunga vertieft sich das Bett des Rio Cutuchi, der hier zwischen höheren Berggehängen gegen Süden fliesst, der Thalgrund ist wenig bewohnt, so dass von dort ab die Verwüstungen unbedeutend waren. Heisse

¹⁾ Sudiro: l. c. p. 11—13.

²⁾ Nach Bouguer, l. c. p. LXIX, kamen bei dem Ausbruch 1742 8—100 Personen ums Leben.

³⁾ Wolf: N. Jahrb. 1878, S. 136. Bouguer, Figure de la Terre, p. LXIX, giebt für die Ueberschwen- mung von 1742 genau dieselbe Zeit für die Durchmessung des Weges von Latacunga bis Baños.

⁴⁾ Wolf: Ebenda.

⁵⁾ Ebenda.

Lavablöcke, im Jahre 1853 sogar im Innern noch glühende Lavablöcke,¹⁾ untermischt mit mächtigen Eisblöcken,²⁾ erreichen die Stadt Latacunga. Das Wasser der Schlammschlämme ist kalt, wie schon Bonguer hervorhob; nach Karsten hatte es 1853 bei Latacunga eine Temperatur von 8 Grad, und Leute, welche 1877 von den Fluthen fortgerissen wurden, versicherten Herru Dr. Wolf, dass das Wasser kalt gewesen sei. P. Sodiro berechnet die im Jahre 1877 auf der Strecke zwischen Mulaló und Latacunga abgelagerten Schlut- und Gesteinsmassen zu 62 500 Kubikmeter;³⁾ die bei der Brücke von Baños durch das Wasser hindurchgeführten Schlutmassen zu 43 Millionen Kubikmeter.⁴⁾ Zählt man hierzu die an den Abhängen am Fuss des Berges zurückgelassenen Anhäufungen, so müsste man als eine wohl unter der Wirklichkeit zurückbleibende Zahl annehmen, dass ungefähr zwischen 44 und 45 Millionen Kubikmeter Gesteinsmassen und ebensoviel Eis von der West- und Südwestseite des Cotopaxi in Zeit von wenigen Stunden herabgeführt wurden. Bedenkt man nun, dass nach der von Herrn Wolf publicirten Karte weitaus der grösste Theil von der Westseite des Berges stammte, so kann man sich einen Begriff von den Zerstörungen machen, welche die Avenidas am Berggehänge hervorrufen mussten. Tiefe Gassen, tiefe Schluchten waren entstanden, die neuen Laven aus dem Jahre 1853, auf welchen die beiden ersten Gipfelbesteigungen ausgeführt wurden, waren völlig zerrissen und zerstört worden.

Herru Sodiros Berechnungen scheinen mir insofern von der Wirklichkeit abzuweichen, als dabei angenommen wird, die Schlammschlämme hätten zur Hälfte aus Wasser, zur Hälfte aus Gesteinschlut bestanden. Ich glaube kaum, dass ein solcher Brei die beschriebenen Verwüstungen hätte anrichten und die angeführte Geschwindigkeit hätte erreichen können. Die Masse des abgelagerten Gesteinsmaterials muss deshalb wesentlich geringer angenommen werden.

Ueber die gegen Osten gerichteten Fluthen besitzen wir stets nur sehr mangelhafte Nachrichten; mehrfach, so auch 1877, sollen die Ueberschweemmungen noch in dem in der Luftlinie ungefähr 180 Kilometer⁵⁾ entfernten, bereits in den Niederungen des Amazonas-Gebietes gelegenen Indianerdorf Napo Verheerungen angerichtet haben: Häuser wurden weggeschwemmt, und etwa 20 Personen verloren dabei das Leben.

Wenn auch nicht so verheerend, wie an der Südwest-Seite, so gestalten sich doch die nach Norden ergiessenden Schlamm- und Wasserfluthen zu einem für das stark be-

¹⁾ Karsten: Verhandlungen des Vereins deutscher Naturforscher, Wien 1856, S. 92.

²⁾ Wolf: S. 139; Bonguer erwähnt Eisblöcke von 15–20 Fuss Durchmesser, l. c., p. LXXI.

³⁾ Relacion, p. 17.

⁴⁾ Ebenda, p. 21.

⁵⁾ Nach: Carta geografica del Ecuador por Dr. Teodoro Wolf, 1892, in 1: 445 000.

baute und bewohnte Becken von Quito schrecklichen Ereigniss. Zwar werden die Hauptschuttmassen am Fusse des steilen Cotopaxi-Kegels in den intercollinen Räumen zwischen diesem, dem Sincholagua und Rumifahui abgelagert, und nur die mit Aschen-theilen gemischten Gewässer zwingen sich durch den Engpass von Llave-pungu, zwischen Sincholagua und Paschoha, hindurch, erfüllen das hier tief eingegrabene Bett des Rio Pita und ergiessen sich nach dem interandinen Becken von Quito. Die hier weniger tief eingegrabenen Thäler können die Fluthen nicht fassen, so treten sie mit grosser Gewalt auf das benachbarte Gelände, Felder, Häuser und die hier zahlreichen Fabriken zerstörend. 1877 wurden hier Eisengiessereien, Spinnereien und Webereien, darunter auch die der durch von Humboldt berühmt und bekannt gewordenen Familie Aguirre, weggerissen. Theile der aus Europa eingeführten Maschinen sollen 18 Stunden später im Hafen von Esmeraldas gelandet worden sein. Die Brücken von Guaitabamba, Aleh-pichi und Perucho am Fusse des Mojanda wurden zerstört und von den Fluthen fortgeführt. Der Rio Esmeraldas stieg nahe seinem Eintritt in den Stillen Ocean, etwa 300 Kilometer¹⁾ vom Cotopaxi entfernt, um mehrere Fuss, seine Wasser waren trüb, Leichen und Trümmer erfüllten den Fluss.

Ganz plötzlich treten die Ueberschwemmungen auf, und ebenso schnell verlaufen sich die Wasser; Bonguer spricht von wenigen Minuten, 1877 soll sie anderthalb bis zwei Stunden gedauert haben, und 1853 sollen wiederholte Anschwellungen vorgekommen sein. Diese kurze Dauer entspricht der Entstehungsweise der Schlaumfluthen, denn es schmilzt nicht der Schnee- und Eismantel des Berges allmählig ab, sondern die glühend-flüssigen Laven bahnen sich ihren Weg durch denselben. So wird das Eis und der Schnee nur in schmalen Streifen abgeschmolzen, während beide rechts und links davon unberührt stehen bleiben. Wie ein Wasserfall muss an den 40, 35 und dann 30 Grad geneigten Kegelabhängen die Fluth herniederbrausen, aber auch ebenso schnell wieder verlaufen. Schon Bonguer hat erkannt, dass bei einem Ausbruch nur ein kleiner Theil des ewigen Schnees geschmolzen wird; die Betrachtung der neuen Lavaströme zeigt, dass von jedem derselben eine Avenida ansieht, und Herrn Wolfs Untersuchungen des Berges, kurz nach dem verheerenden Ausbruch von 1877, haben diese Annahme vollauf bestätigt.

Vergleicht man die Masse des bei dem Ausbruch von 1877 geschmolzenen Eises, welches nach P. Sotiro²⁾ etwa 130 Millionen Kubikmeter betragen hat, mit dem Volumen der etwa 700 Millionen Kubikmeter enthaltenden Schnee- und Eiskalotte des Cotopaxi,³⁾ so ist es klar, dass am Berge Eis genug zurückgeblieben war, um noch eine ganze

¹⁾ Nach der Wolschen Karte.

²⁾ Relation, p. 21.

³⁾ Siehe oben.

Reihe von Schlammfluthen zu liefern. Dies entspricht vollkommen dem Eindruck, den ich bei Begehung des Berges empfangen hatte ¹⁾ und auch den von Herrn Wolf gemachten Beobachtungen. ²⁾

Nächst den Ueberschwenmungen und Schlammfluthen sind es die Aschenausbrüche, welche Schrecken und Verwüstung verbreiten, doch wird der Schaden, welcher durch die Asche erzeugt wird, gewöhnlich übertrieben, denn alle gröberen und schwereren Auswurfstücke fallen auf die öden, unbewohnten Theile des Berges nieder.

Die ersten etwas ausführlichen Nachrichten über den Aschenauswurf erhalten wir für den Ausbruch von 1744 durch die Mittheilungen des Marquis de Maëza, welche La Condamine ³⁾ veröffentlicht hat. Danach sollen die Aschen his ins Meer getrieben worden sein, also auf eine Entfernung von wenigstens 250 Kilometer. Gegen Süden fiel die Asche in 12—15 Stunden, 60—75 km vom Vulkan entfernt, in der Gegend von Riobamba, noch so dicht, dass alles Grün bedeckt wurde und in Folge dessen viel Vieh zu Grunde ging; in der Hacienda La Ciénaga, 4 lieus (etwa 22 km) West vom Cotopaxi lag die Asche 3—4 Zoll (71—108 mm) hoch. Zuerst fielen kleine Lapilli, darauf folgte eine übelriechende feine Erde von weisser, rother und grüner Farbe und dann erst die Hauptmasse der Asche. Viel grossartiger und verderblicher gestalteten sich die Aschenausbrüche vom 4. April 2 Uhr Morgens des Jahres 1768. Herr Wolf hat nach den von ihm in Ecuador aufgefundenen Berichten das Folgende zusammengestellt:

„Die Asche, welche der Vulkan ausstieß, vertheilte sich auf weite Entfernung: gegen Norden his über Pasto hinaus und gegen Westen bis Guayaquil. — Die Reihenfolge der Auswurfsmassen war folgende: zuerst fielen grosse glühende Steine, welche in der nächsten Umgebung des Cotopaxi die Dächer einschlugen (unter anderem das der Kirche von Tani-cuchi), in Mulaló einige mit Stroh gedeckte Häuser und die Gerstenfelder in Brand steckten und ebendasselbst 8, nach Anderen 11 Personen erschlugen. Der Marquis de Maëza sammelte im Hof seiner Hacienda Ciénaga, die über 4 Legues (22 km) vom Cotopaxi entfernt liegt, mehrere über 4 Unzen schwere Bomben. Auf diesen fatalen Anfang folgte ein dichter Regen kleiner Schlacken „die wie Schmiedeschlacken“ aussahen, also ein Rapilli-Regen, welcher wie ein Hagelschauer prasselte; nicht lange hernach fiel leichter weisser Bimsstein, und dieser ging allmählig in groben Bimssteinsand über, der beim Fallen das Geräusch eines starken Platzregens machte. Erst dann folgte die feine vulkanische Asche, aber in solcher Menge, dass sie den grössten

¹⁾ Zeitschrift d. d. geolog. Gesell. 1873, S. 83.

²⁾ N. Jahrb. 1878, S. 147.

³⁾ Journal du Voyage, p. 160.

Theil des ausgeworfenen Materials bildete und viele Häuser und Hütten unter ihrer Last zusammenbrachen. In der nächsten Umgebung des Vulkans lag das Auswurfsmaterial 3 Fuss (0,836 m) tief, in Mulaló $1\frac{1}{2}$ Fuss (0,415 m), in Tani-cuchi und Ciénaga I (0,279 m), in Toacaso $\frac{1}{2}$ Fuss (0,136 m) tief. Noch in Angamarea, hinter der Westcordillere, brachen die Bäume unter der Last der Asche zusammen, und in der Umgebung von Quito, in der Entfernung von 13 Leguas (in Wirklichkeit 50 Kilometer) vom Vulkan, bedeckte sie einen Zoll (23 mm) hoch die Felder.*

„Es ist nicht zu verwundern, dass dieser furchtbare Aschenregen eine egyptische Finsterniss verursachte. In Latacunga und Umgegend begann dieselbe schon 6 Uhr Morgens und dauerte bis 3 Uhr Nachmittags. In Quito wurde es nur allmählig dunkel; mit Schrecken sah man die schwarze Aschenwolke über die Stadt heranziehen, um 9 Uhr herrschte noch schwache Dämmerung, aber um 11 Uhr war es so dunkel, dass man die nächsten Gegenstände nicht mehr unterscheiden konnte. Nur unvollständig hellte sich der Tag um 3 oder 4 Uhr Nachmittags etwas an. Am folgenden Morgen, als die Sonne trübe durch die noch immer mit feinen Aschentheilchen geschwängerte Atmosphäre niedersah, glaubten sich die Bewohner der Provinz Latacunga in eine fremde Gegend, etwa in eine nordische Winterlandschaft versetzt. Nichts Grünes erblickte man weit und breit, wie dichtes Schneegestüß wurde Asche und Sand vom Wind hin- und hergetrieben. Das Vieh starb aus Mangel an Futter in wenigen Tagen zu Tausenden dahin, die Vögel zogen auf lange Zeit aus der verödeten Gegend weg.“¹⁾

Ganz ähnlich verlief der Aschenausbruch im Jahre 1877, über welchen wir die genauesten und zuverlässigsten Nachrichten durch den damals in Ecuador ansässigen italienischen Gelehrten P. Sodiro,²⁾ sowie durch Herrn Dr. Wolf besitzen. Während des Ausbruches weilte P. Sodiro in Quito, besuchte dann, 12 Tage nach dem Ausbruche, im Auftrage der Regierung den Cotopaxi und die durch die Eruption verheerten Gegenden; Herr Dr. Wolf lebte damals in Guayaquil, kam $2\frac{1}{2}$ Monate nach dem Ausbruch auf das Hochland von Ecuador, um eine genaue Untersuchung des Cotopaxi anzuführen. Den Berichten, welche die genannten beiden Herren veröffentlicht haben, sind die nachfolgenden Angaben entnommen.

Nachdem bereits kleinere Aschenausbrüche (21. April) vorangegangen waren, erhob sich nach Mittag des 25. Juni unter heftigem Getöse eine grosse Aschensäule über dem Gipfel des Berges. Die ganz feine Asche gelangte bis Quito (50 Kilometer

¹⁾ X. Jahrb. f. Mineral., 1873, S. 578, 579.

²⁾ P. Luis Sodiro N. J. war Professor der Botanik am Jesuitenkolleg in Quito; die schon mehrfach citirte Abhandlung ist datirt vom 22. August 1877 und erschien wohl zuerst in der vom Staate herausgegebenen Landeszeitung.

Nord vom Cotopaxi-Gipfel entfernt), fiel in grösseren Mengen in Machachi (20 Kilometer Nordwest entfernt), woselbst das Tageslicht durch die Aschenwolke verdunkelt wurde. Der heftig wehende Wind führte den grössten Theil der feinen Aschen nach den zum Stillen Ocean abfallenden Westgehängen der West-Cordillere.

Am Morgen des 26., etwa um 6 $\frac{1}{2}$ Uhr, entstieg dem Krater eine grosse Dampf- und Aschensäule, die, vom Wind in der Atmosphäre ausgebreitet, das Tageslicht verdunkelte. Schon etwas vor 8 Uhr machte sie die Trübung der Luft in Quito bemerkbar. Der Himmel nahm mehr und mehr eine Dämmerungsfarbe an, ähnlich wie sie bei Sonnenfinsternissen beobachtet wird. Der in der Luft suspendirte Stauh erfüllte die unteren Regionen wie ein feiner Nebel, durch welchen die dunkleren Schatten der in den höheren Regionen schwebenden grauschwarzen Wolken sichtbar waren. Etwa um 10 Uhr erfolgte unter lautem wiederholten Getöse der eigentliche Ausbruch.¹⁾ Aber auch während und nach dem Erguss der Lava müssen die Aschenanswürfe fortgedauert haben, denn wie Herr Wolf ausdrücklich bemerkt, wurden die neuen Lava-Anhäufungen mit Asche überdeckt. Da der ganze Berg in Dampf- und Aschenwolken eingehüllt war, konnten die weiteren Aschenanswürfe nicht mehr direkt beobachtet werden. Um 1 $\frac{1}{2}$ Uhr war es in Quito schon so dunkel wie sonst bei eintretender Nacht, und um 2 Uhr gebrachte man schon künstliches Licht, um lesen zu können. Die Dunkelheit nahm stetig zu; um 4 Uhr konnte man die Hand vor den Augen nicht erkennen, die Leute auf der Strasse liefen gegeneinander, weil sie selbst in nächster Nähe sich gegenseitig nicht sehen konnten. Bis gegen 9 Uhr Nachts dauerte in Quito die grosse Dunkelheit, dann hellte es sich infolge von Regen und Wind auf, und der Nachthimmel wurde wieder sichtbar. In Latacunga (34 Kilometer Süd vom Cotopaxi) war die Dunkelheit bereits um 6 Uhr Nachmittags vorüber. In Papa-lacta (etwa 130 Kilometer Ost vom Cotopaxi) dauerte die Verfinsterung von 2 $\frac{1}{2}$ —5 Uhr. Die Verfinsterung der Atmosphäre durch die Aschenwolken reichte gegen Norden his Perucho (80 km vom Cotopaxi) und Quisaya, also bis zum Thal des Rio Pita und Gnaillabamba, woselbst die vom Mojanda herabkommenden Winde die weitere Verhretung verhinderten. Wie Dauer und Stärke der Verdunkelung, so war auch deren Ausdehnung nach Süden geringer wie gegen Norden, sie scheint Ambato nicht erreicht zu haben.²⁾

Die weiteste Ausdehnung nahm, in Folge der Windrichtung, der Aschenregen gegen Westen: „In Guayaquil (etwa 230 Kilometer) begann er am 26. Juni, Morgens 9 Uhr und dauerte mit kurzen Unterbrechungen bis zum 1. Juli. Ich sammelte die

¹⁾ Sodiro, Relacion, p. 7.

²⁾ Sodiro, Relacion, p. 27—29.

Asche jeden Tag, und nach meiner Berechnung fielen hier in den ersten 30 Stunden auf ein Quadratkilometer 315 Kilogramm und am 30. Juni in 12 Stunden 209 Kilogramm. . . . Die Sonne konnte in diesen Tagen selbst in den Küstengegenden nicht durch den Aschennebel dringen, und die sonst so glänzend grüne Vegetation hatte ein schmutzigräues Aussehen.“¹⁾ In den Wäldern am Westabhang der Westcordillere, an dem vom Hochland nach der Küste führenden Camino de los Colorados, sollen Bäume unter dem Gewicht der auf ihnen lastenden Asche zusammengebrochen sein.²⁾

Bis ins Meer wurde gegen Westen die Asche getragen. Nach Dr. Wolf fiel am 27. und 28. Juni sehr viel Asche auf den Küstendampfer „Islay“ während der Fahrt von Manta bis Guayaquil, also wenigstens 45 geographische Meilen (334 Kilometer) Südwest vom Cotopaxi, und nach Herrn Whymp³⁾ kam die erste Nachricht vom Ausbruch des Cotopaxi nach Europa infolge der auf die Dampfer gefallenen Asche.

Im Allgemeinen bestand die Asche aus einem impalpablen Pulver von bald hellerer, bald dunklerer Farbe; die in Guayaquil gefallene, von Herrn Dr. Wolf untersuchte Asche enthielt von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ des Gesamtgewichtes Magneteisen, das mit dem Magnetstab ausgezogen werden konnte. In Machachi, Tiopullo und Mulaló, 20, 15 und 20 Kilometer vom Cotopaxi-Gipfel entfernt, erreichte ungefähr die Hälfte der gefallenen Asche die Stärke gewöhnlichen Streusandes, während an der Nordseite des Berges von hasehnuss- bis nussgrossen Lapilli berichtet wird.⁴⁾

Die Dicke der Aschenschicht, welche während des Ausbruches abgelagert wurde, war unbedeutend, sie betrug in Quito etwa 6 Millimeter, in Latacunga noch weniger und in Tiopullo und in Machachi, wo der Ascheuregen am stärksten war und am längsten dauerte, höchstens 15 Millimeter, sodass P. Sodiro zu dem Ausspruch kommt: „Von der Aschenschicht dieses Ausbruches wird sicherlich keine Spur in dem Schichtenbau der Erde zurückbleiben.“⁵⁾

Vielfach wurde angegeben, dass die Aschenschicht 4—6 Zoll hoch gelegen habe; dies sind Uebertreibungen, die uns zur Vorsicht mahnen bei Beurtheilung der Ausbruchsberichte, welche nicht von wissenschaftlichen Beobachtern kontrollirt werden konnten.⁶⁾

¹⁾ Th. Wolf, N. Jahrb. f. Mineral., 1878, S. 141.

²⁾ Sodiro, Relación, p. 31.

³⁾ Travels, p. 125, Anm.

⁴⁾ Ueber die Natur der Aschen siehe auch: Whymp, Travels, p. 125 u. 322—330, sowie die Untersuchungen von Prof. Bonney in Proceed. Roy. Soc., June 1884 und: Supplementary Appendix to Travels amongst the Great Andes of the Equator by E. Whymp, p. 143; sowie: Volcanoes. their Structure and Significance. 1890, p. 70—72, Pl. III.

⁵⁾ Sodiro, Relación, p. 30.

⁶⁾ Berechnungen und Schätzungen über die bei einem kleinen Ausbruch ausgeschleuderte Asche, sowie über das Volumen der Dampf Wolken finden sich in: Whymp, Travels, p. 154; 327—329.

Bei den grossen Aschenwolken des Jahres 1877 fehlten auch die elektrischen Entladungen nicht; von 11 Uhr ab folgten sich oft für längere Zeit Blitz und Donner in rascher Wiederholung. Doch scheint es nur ganz in der Nähe des Vulkans derart zur Condensirung der Wasserdämpfe gekommen zu sein, dass dicke Schlaumtropfen zur Erde fielen.

Ueber die Auswürflinge, welche am Kegelabhang des Cotopaxi niederfielen, besitzen wir nur die Angaben, welche Herr Dr. Wolf in seiner Monographie niedergelegt hat. Da heisst es: „An unserem Zeltplatz (3620 m an der Westseite des Berges) lag die vulkanische Sandasche und Rapilli $1\frac{1}{2}$ Meter tief, aber schon an der Schneegrenze betrug diese Schicht, welche den ganzen Berg gleichmässig bedeckte, über 1 Meter, und weiter nach oben nahm sie rasch an Dicke zu, indem zugleich der Sand immer gröber wurde und die Rapilli in grössere poröse Schlackenstücke übergingen. Unter dieser Decke vulkanischen Auswurfs lag der alte Eis- und Schneemantel des Berges verborgen.“¹⁾ „Wo vereinzelte Lavafetzen von 1 Meter Durchmesser auf den Sandschichten liegen blieben und erkalteten, waren sie nicht im Stande, den unterliegenden Schnee tiefer als $1\frac{1}{2}$ Meter abzuschmelzen; so tief sind nämlich die Gruben, in welchen sie eingesenkt liegen.“²⁾ Dann finden sich faust- bis kopfgrosse Bomben von unregelmässiger Gestalt, voll grosser und kleiner Blasenräume und leicht wie Bimsstein. „Die schönsten und meisten derartigen Bomben fanden wir im Osten des Vulkans bis an die Abhänge des Sinchologua, jedenfalls weil sie dort weniger von feiner Asche und Sand bedeckt wurden, als an der anderen Seite. Noch in der Entfernung von 2 Meilen (14,8 Kilometer) vom Berge trafen wir einzelne kopfgrosse Bomben. In den Arenalen an der Schneegrenze sinkt man in diesem Bimssteinmaterial oft bis an die Kniee ein; weiter vom Berge ab wird es sandig, und die grossen Bomben liegen vereinzelt.“³⁾

Konnten auch bei dem grossen Ausbruch am 26. April 1877 die grösseren Auswürflinge in der Aschensäule nicht beobachtet werden, da der ganze Berg sich alsbald in Wolken hüllte, so haben wir doch von früheren Eruptionen Angaben, welche auf den Auswurf grösserer glühender Lavatheile hinweisen. So fand auch am 21. April 1877 ein Ausbruch statt, von welchem der Bericht sagt: „Eine ungeheuro und sehr hohe Feuersäule ging vom Gipfel des Vulkans aus. Gewaltige glühende Steine lösten sich in verschiedenen Höhen von der Säule ab, und einige derselben zerplatzten in der Luft unter heftigen Detonationen. Die noch glühenden Bruchstücke beschrieben breite feurige

¹⁾ N. Jahrb., 1878, p. 144.

²⁾ N. Jahrb., 1878, S. 145.

³⁾ Ebenda, S. 163.

Streifen in der Luft, bis dass sie im Niederfallen über die Abhänge in die Schluchten stürzten, wobei ihr Weg durch grosse Feuerstreifen sichtbar wurde.*¹⁾

Wenn also auch die grösseren Auswürflinge keineswegs fehlten, ja, am Abhang des Kegels häufiger auftraten, so bleibt doch das Charakteristische des Ausbruchs die feine, zerstäubte Asche, welche durch den Wind über weitere Landstriche verbreitet wurden. Damit stehen ganz im Einklang die Verhältnisse, wie sie vor dem Ausbruche vom Jahre 1877 sich dem Beobachter darboten: am Cotopaxi fehlen jene gewaltigen Aschenanhäufungen, wie sie z. B. die Umgebungen des Sangay aufweisen; es fehlen aber auch die grossen Schlackenanhäufungen, wie wir sie an Eruptionskegeln zu sehen gewohnt sind; der Cotopaxi ist ein wesentlich aus festen Laven aufgebanter Kegel, in dessen Bau die losen Auswurfmassen eine mehr untergeordnete Rolle spielen. Es ist dies ohne Zweifel begründet in der Natur des ausbrechenden Gesteinsmagmas und dem ganzen Mechanismus der Eruptionen. Die Lava wird grossen Theils zu feinstem Pulver zerstäubt, und diese Asche wird in Folge der eigenthümlichen Lage des Berges in grosse Entfernungen von den Luftströmungen fortgeführt, während ein nur verhältnissmässig kleiner Theil in der Nähe des Vulkans zu Boden fällt.

Ueber die Höhe der Aschen- und Dampfsäule liegt eine Reihe von Schätzungen vor, die alle darauf basiren, dass in ihrer Höhe bekannte Theile des Berges mit der Höhe der vom Krater ausgestossenen Dampfsäule verglichen werden. So berichtet La Condamine, dass bei dem Ausbruch des Jahres 1744 die Höhe der Feuersäule allgemein ebenso hoch geschätzt wurde, wie der mit Schnee bedeckte Theil des Kegels, und dass der Marquis de Maëna von seiner etwa 23 Kilometer vom Cotopaxi entfernten Hacienda de la Ciénaga zu derselben Schätzung gelangte. Nun war nach Messung der französischen Akademiker die sichtbare²⁾ Schneemasse 500 Toisen (974 Meter) hoch, La Condamine streicht ein Drittel der geschätzten Höhe und nimmt an, dass die Feuersäule sich 300 Toisen (585 m) über den Kraterrand erhoben habe.

Nach den Schätzungen des schon mehrfach erwähnten Geistlichen Cáceres³⁾ erreichte die Dampf- und Aschensäule am 25. Juni 1877 um 1 Uhr 15 Minuten die dreifache Höhe des Cotopaxi. Nun liegt, nach P. Sodiro, Olalla,⁴⁾ der Wohnsitz des Herrn Cáceres, etwa 9 Leguas (45—50 Kilometer) im Norden des Cotopaxi; nehme ich die Höhe von Olalla zu etwa 2600 Meter an, so würde die Höhe des Cotopaxi über Olalla 3300 Meter betragen und die Aschensäule nach dieser Schätzung 9900 Meter hoch über

¹⁾ Sodiro, Relacion, p. 6.

²⁾ Die unteren Theile sind mit Asche und Schutt bedeckt.

³⁾ Sodiro, Relacion, p. 8, Anm.

⁴⁾ Ueber die Lage von Olalla siehe: Whympcr, Travels, p. 291.

den Gipfel des Cotopaxi emporgestiegen sein. Es sind dies allerdings willkürliche Annahmen, da nicht angegeben wird, was Herr Cáceres unter der Höhe des Cotopaxi versteht, ob, wie hier vorausgesetzt, der ganze Höhenunterschied zwischen dem Beobachtungsort oder nur der eigentliche Kegel gemeint ist. P. Sodiro giebt die so gefundene Höhe, mit einem Fragezeichen versehen, zu 8000 Meter an.

Bei Schätzungen dieser Art ist der Beobachter mancherlei Täuschungen ausgesetzt: die Schätzung wird um so schwieriger, je näher der Beobachtungsort an dem Vulkan liegt, denn wir sind nicht gewohnt, grosse Höhenwinkel richtig aufzufassen, und liegt auch die Täuschung nahe, den näheren Rand der oben sich ausbreitenden Aschenwolke anzuvisiren und die so erlangte Gesichtslinie bis senkrecht über den Gipfel des Vulkans zu verlängern.

Frei von diesen Fehlern ist eine von Herrn Whymper angeführte Schätzung, welche noch den Vortheil bietet, dass der Beobachter selbst in grosser Höhe sich befand. Während der zweiten Besteigung des Chimborazo, am 3. Juli 1880, fand bei völlig klarem Wetter ein Ausbruch des Cotopaxi statt, welchen der Reisende zum Theil von den Abhängen, zum Theil vom Gipfel des Chimborazo (6276 m) in seinem ganzen Verlauf verfolgen konnte. Senkrecht erhob sich über dem Gipfel des Cotopaxi eine schwarze Aschensäule bis zu grosser Höhe, wurde dann von einem nordöstlichen Winde erfasst und in rechtem Winkel umgehoben. Die Wolke breitete sich mehr und mehr aus, und überstreute das unter liegende Land mit Asche. Um 5 Uhr 45 Minuten früh fand der Ausbruch statt, um Mittag gelangte die Aschenwolke in den Zenith der Chimborazo-Besteiger. Herr Whymper schätzt die Höhe, bis zu welcher die Dampf- und Aschensäule sich über den Kraterrand erhob, für doppelte Höhe des Cotopaxi, also zu 20 000 feet (6096 Meter). Die Aschensäule erreichte demnach eine absolute Höhe von 12 000 Meter. So rasch erfolgte der Aufstieg, dass nach Herrn Whympers Eindruck diese Höhe in wenigen Sekunden, sicherlich aber in weniger als einer Minute, erreicht war.¹⁾

Die angegebenen Höhen der Aschensäule entsprechen, selbst wenn man den Krakatau-Ausbruch unberücksichtigt lässt, den an anderen Vulkanen gemachten Erfahrungen. Als Beispiel will ich nur die von mir trigonometrisch gemessene Höhe der bei einem kleinen Ausbruch des Galera bei Pasto ausgestossenen Aschensäule anführen: die Höhe über dem Kraterrand betrug rund 4000 Meter, die absolute Höhe also ungefähr 8000 Meter. Bei grossen und heftigen Ausbrüchen müssen die Aschen und Dämpfe viel beträchtlichere Höhen erreichen, so dass ihre weite Verbreitung durch Luftströmungen in den höheren Schichten der Atmosphäre leicht verständlich erscheint. Leider fehlen

¹⁾ Whymper, *Travels*, p. 322 ff., mit einer schematischen Abbildung der Aschensäule, p. 325.

genügende Angaben, um in einigermaßen zuverlässiger Weise die Menge der bei einem Ausbruch gefallenen Asche zu berechnen. Ich habe versucht, für 1877 eine solche Berechnung auszuführen, bin aber bei dem Mangel genügender Grundlagen zu keinem befriedigenden Resultate gelangt.¹⁾

Die Detonationen, Explosionen, welche die Ausbrüche begleiten, werden mit Donner, mit Geschützsälen verglichen oder als dumpfe Schläge bezeichnet. Nach La Condamine²⁾ hörte man den Donner des Ausbruches vom 30. November 1744 in Ibarra (120 Kilometer), in Pasto (etwa 240 Kilometer) und selbst in La Plata (etwa 480 Kilometer) im Norden des Berges; gegen Süden bis Guayaquil (230 Kilometer) und selbst noch bis Pinra (etwa 600 Kilometer), während in dem so viel näher gelegenen Quito die Explosionen nicht gehört wurden, und Ähnliches wird von den anderen grossen Eruptionen des 18. Jahrhunderts berichtet. Auch bei dem Ausbruch des Jahres 1877 hörte man den Donner des Vulkanes in Guayaquil und Cuenca, während in Latacunga nichts davon wahrgenommen wurde.³⁾ Diese eigenthümliche Erscheinung, dass in den dem Berge benachbarten Orten die Explosionen zum Theil nicht gehört wurden, während sie weit vom Vulkan entfernt wie Artilleriesälen oder ferner Donner erklangen, hat zu mancherlei Hypothesen Veranlassung gegeben. La Condamine führt als Grund für die weite Ausbreitung gegen Süden den damals herrschenden Nordost-Wind an und glaubt, dass die Schallwellen Quito nicht erreichen konnten, wegen des der Stadt gegen Süden vorgelagerten, „El Panecillo“ genannten Hügels, dass also die Stadt im Schallschatten dieser Erhöhung gelegen habe.

La Condamine nimmt also eine Fortpflanzung der Schallwellen durch die Atmosphäre an. Auch A. v. Humboldt⁴⁾ scheint dieser Ansicht gehuldigt zu haben, wenigstens spricht er bei Erwähnung des von ihm in Guayaquil gehörten Donnergetöses des Vulkanes (4. Januar 1803) von keinen unterirdischen Brannidos, wohl aber vom Klirren der Fensterscheiben. Im Gegensatz hierzu glauben Sodiro,⁵⁾ Wolf,⁶⁾ Kolberg⁷⁾ und Stübel⁸⁾ den Sitz der Explosionen in den unbekannten Tiefen des glühendflüssigen Gesteinsmagmas suchen zu müssen. Dr. Wolf verlegt die Explosionen direkt unter die Stadt Guayaquil, in gerechter Berücksichtigung der Thatsache, dass ein vom Gipfel des Cotopaxi senkrecht niedergehender Schlot, im Niveau des Meeres, über 200 Kilometer

¹⁾ Herrn Whymper's Berechnung, *Travels*, p. 325, wurde oben bereits erwähnt.

²⁾ *Journal du voyage*, p. 156.

³⁾ Wolf: *N. Jahrb. f. Mineral.*, 1878, S. 130.

⁴⁾ *Kosmos* IV, S. 575.

⁵⁾ Sodiro: *Relacion*, p. 32.

⁶⁾ Wolf: *l. c.*, S. 130.

⁷⁾ Kolberg: *Nach Ecuador*, 3. Aufl., 1885, S. 506—514.

⁸⁾ Stübel: *Vulkanberge*, S. 498.

von Guayaquil entfernt sein würde, dass also Detonationen, die in demselben stattfinden, eher in dem nur 34 Kilometer entfernten Latacunga, als in dem über 200 Kilometer entfernten Guayaquil gehört werden müssten.

Während unseres mehrjährigen Aufenthaltes in Quito kamen gelegentlich, namentlich dann, wenn wochenlang der Cotopaxi durch Wolken verhüllt war, Nachrichten von Guayaquil, dass man dort die Explosionen eines vulkanischen Ausbruches gehört habe, mit der Anfrage, ob der Cotopaxi wieder zu neuer Thätigkeit erwacht sei. In Quito hatte man nichts gehört, wunderte sich aber auch nicht weiter über eine solche Erscheinung, da sie allgemein als selbstverständlich angenommen wird, und doch läge es nahe, zum wenigsten auch an den in fortdauernder Thätigkeit befindlichen Sangay zu denken, dessen Explosionen ebenso gut in Guayaquil gehört werden können, wie die des Cotopaxi. Aber welchen der beiden Vulkane man auch als Ursache betrachten mag, stets wird die Erklärung der Thatfachen dieselbe bleiben müssen.

Nun will ich weder die Möglichkeit, noch das Vorkommen unterirdischer Getöse leugnen oder in Abrede stellen; das aber scheint mir gewiss, dass die grosse Mehrzahl der in Ecuador gehörten Bramidos Getöse sind, deren Schallwellen durch die Luft und nicht unterirdisch sich verbreiteten. Selbst bei den Erdbeben, welche man so gerne von unterirdischem rollenden Donner begleitet darstellt, habe ich stets die Empfindung gehabt, dass es sich um Schallerzeugung handelt, hervorgerufen durch die durch das Erdbeben verursachte Bewegung der an der Erdoberfläche befindlichen Gegenstände. Die Erdoberfläche spielt eben hier die Rolle des letzten Billardballes in dem bekannten physikalischen Versuche: ihre letzten Theile, seien es Häuser, Steine, Felsen oder Bäume, werden gegeneinander bewegt; es sind unzählige kleine Geräusche, welche in ihrer Summierung donnerähnliches Rollen und Brausen erzeugen. Am stärksten empfand ich diesen Eindruck bei einem nächtlichen Erdbeben, inmitten des Urwaldes, an dem dem Stillen Ocean zugewandten Gehänge der Westcordillere.

Auch die Bramidos der Vulkane sind keine unterirdischen Geräusche. Wie bei dem Abschliessen eines Gewehres der Schall an der Mündung des Laufes, also an der Stelle erzeugt wird, an welcher die bis dahin zusammengepressten Gase sich plötzlich ausdehnen und mit gewaltsamem Stoss die umgebende Luft erschüttern, so erfolgen auch bei den Vulkanen die Detonationen an der Mündung des vulkanischen Schlotens, am oberen Ende der Lavasäule, also am Ausbruchspunkte, in dem hier vorliegenden Falle im Gipfelkrater des Berges. Von dort aus werden sich die Schallwellen nach allen Richtungen hin ausbreiten, die Entfernungen, bis zu welchen sie gelangen, werden abhingen von dem Zustand der Atmosphäre, von den Widerständen, welche sie auf ihren Wegen antreffen. Unter normalen Verhältnissen dürfte der Schall den Weg vom Gipfel

des Cotopaxi bis nach Guayaquil in etwa 10—12 Minuten zurücklegen, also eine so kurze Zeit gebrauchen, dass für ecuatorianische Verhältnisse die Detonation in Guayaquil in demselben Moment gehört wird, in welchem der Anbruch stattfindet.

Der Cotopaxi, mit einer absoluten Höhe von rund 6000 Meter, erhebt sich 2000 Meter hoch über dem Kamm der Ostcordillere. An seinem West- und Nordfuss dehnen sich die interandinen Mulden von Latacunga und Quito aus, die ihrerseits gegen Westen durch die etwa 4000 Meter hohe Westcordillere abgeschlossen sind. Lässt man die den Cordilleren aufgesetzten vulkanischen Kegel ausser Betracht, so kann man diese interandinen Mulden als eine von steilen, 1500—2000 Meter hohen Bergen begrenzte, Nord-Süd verlaufende Rinne betrachten, die von Kamm zu Kamm der begrenzenden Berge etwa 25 Kilometer Breite hat. Nun ist es eine aus dem alltäglichen Leben genügend bekannte Thatsache, dass es leichter ist, von der Höhe eines Thurmes, über die ihn umgebenden Häusermassen hinweg, nach einem anderen Thurm hin zu rufen oder Schallsignale zu geben, als nach dem Fuss des Thurmes selbst, und allen Freunden des Alpensports wird es gegenwärtig sein, dass man hoch an den Gehängen tiefer Thäler von einer Thalwand zur anderen sich hörbar machen kann, ohne dass im Grunde des Thaies der Schall wahrgenommen wird. Die Schallwellen dringen schwer aus den dünneren Theilen der Atmosphäre in die dichteren, tieferen Schichten derselben, es finden Ablenkungen und Abschwächungen statt, die bis zu totaler Reflexion und vollkommener Auslöschung sich steigern können.

Das sind auch, mit wenigen Modificationen, die am Cotopaxi obwaltenden Verhältnisse, neben welchen noch die durch die herrschenden Winde bedingten Eigentümlichkeiten zu berücksichtigen sind. Die östlichen Winde herrschen derart vor, dass ich meine Betrachtungen auf diese beschränken kann: Aus den Niederungen des Amazonas-Gebietes aufsteigend, streichen die östlichen Winde mit grosser Gewalt über die Kämme der Ostcordillere, überschreiten die zwischen Ost- und Westcordillere von Nord nach Süd verlaufenden interandinen Räume, ohne die in diesen Mulden lagernden Luftschichten wesentlich in Mitleidenschaft zu ziehen. Es liegen also zwei in ihren Eigenschaften ganz verschiedene Luftmassen übereinander; zu unterst die ruhenden, stagnirenden Schichten zwischen den beiden Cordilleren, darüber die mit grosser Geschwindigkeit in westlicher Richtung sich bewegenden Windströmungen. Dass dem so ist, wird namentlich zu Zeiten des sogenannten Verano augenscheinlich: Dann bildet sich nämlich unter dem Einfluss der Ostwinde ein Wolkenüberzug auf dem Kämme der Ostcordillere, dessen ausgefaserte Ränder nur wenig gegen die interandinen Mulden zu überstehen. Die an der Ostcordillere condensirte Feuchtigkeit löst sich auf, sobald die Wolkenschichten gegen die unter der glühend heissen Sonne erhitzten Mulden vorzudringen versuchen. Es ist

diesbe Erscheinung, welche sich so oft auf den Canarischen Inseln beobachten lässt, wenn auf der einen Seite des Gebirges die Feuchtigkeit in Gestalt von Nebeln und Wolken sich niederschlägt, während auf der anderen Seite die grösste Trockenheit herrscht und ein blauer Himmel über dem durch den Gebirgskamm geschützten Lande lacht. Auch in Ecuador erfreut sich zu der Zeit des Verano das bewohnte Hochland, sowie die Westcordillere des schönsten klaren Wetters; während aber in den interandinen Mulden die Luftschichten sich in Ruhe befinden, wüthen sturmartige Winde in den höheren Theilen der Westcordillere. Von Zeit zu Zeit reist der Wind grosse Nebelfetzen von der auf dem Kamm der Ostcordillere gelagerten Wolkenbank los, führt sie hoch über die die beiden Cordilleren trennenden interandinen Mulden hinweg nach dem Kamm der Westcordillere, wo die Nebel sich verdichten, um als feine Regen, als sogenannte Paramitos, niederzugehen. Bald einzeln, bald in grösserer Zahl zu gleicher Zeit, bald in Reihen hintereinander ziehen diese, einen feinen Regen anstreuenden Wolkenheile in westlicher Richtung von einer Cordillere zur andern, alle fast genau in derselben Höhe, mit ihrem unteren Ende die Grenze zwischen den beiden Luftschichten, der stagnirenden und der bewegten, bezeichnend.

Das Vorhandensein zweier in ihrer Erwärmung und Bewegung verschiedener Luftschichten muss das Eindringen des Schalles aus den höheren, bewegten Regionen in die dichteren ruhenden, unteren Luftmassen erheblich erschweren und die günstigsten Verhältnisse für totale Reflexion und Auslöschung der Schallwellen bieten. Noch mehr wird dies der Fall sein, wenn, wie dies oft zu beobachten ist, eine dicke Wolkenschicht von Cordillere zu Cordillere sich ausspannt. Dann wandelt man oft wochenlang in den interandinen Mulden wie in gewaltigen Tunnels, deren Decke aus einer gleichmässig grauen Wolkendecke gebildet wird. Ueber dieser Wolkendecke erheben sich die höchsten Gipfel der Cordillere, und darunter auch der Cotopaxi, in den blauen, von keinen Wölken getrübbten Aether.¹⁾ Dass unter solchen Verhältnissen die Schallwellen der aus dem 6000 Meter hohen Gipfel erfolgenden Explosionen gelegentlich wohl in weite Entfernungen gelangen können, aber in Folge totaler Reflexion und Auslöschung nicht zu den in nächster Nähe gelegenen Orten, dünkt mir die einfachste und natürlichste Erklärung des scheinbar so wunderbaren Phänomens.

Nur selten werden Erdbeben bei Gelegenheit der Cotopaxi-Ausbrüche erwähnt, so z. B. im Jahre 1768; eine zerstörende Wirkung haben dieselben nie ausgeübt und scheinen auch bei den meisten Ausbrüchen gänzlich zu fehlen.

Von den Fumarolen, von den dem Vulkan entstehenden Gasen und Dämpfen,

¹⁾ Ein solches Wolkenmeer, von oben gesehen, hat Herr Dr. Stübel in Fig. 46, S. 71 der Skizzen aus Ecuador darzustellen versucht.

war bereits oben bei Gelegenheit der Kraterbeschreibung die Rede. Es mag deshalb der kurze Hinweis genügen, dass im Jahre 1872, in einer Zeit verhältnissmässiger Ruhe, nur schwefelige Säure, Schwefelwasserstoff und Wasserdampf beobachtet wurden (Reiss), dass aber noch 2¹/₂ Monate nach dem Ausbruch des Jahres 1877 gewaltige Mengen salzsaurer Dämpfe dem Krater entstiegen; enthielt doch die damals in Guayaquil gefallene Asche noch Spuren von Salzsäure.¹⁾ Schwefelwasserstoff und schwefelige Säure wurden nur in kleinen Mengen an den tieferen Theilen der Gehänge wahrgenommen (Wolf). Bereits 1878 waren die Salzsäure-Exhalationen verschwunden und die schwefelige Säure wieder an deren Stelle getreten (v. Thielmann).

Lavaströme wurden bereits bei den Ausbrüchen im Jahre 1743 und 1744 beobachtet und als Feuerströme erwähnt. La Condamine sagt: „man sab Feuerkatarakte neue Wege sich bahnen, indem sie die Seiten des Berges durchbrachen“, ²⁾ und später: „als an seinen (des Cotopaxi) Seiten Spalten (des espèces de soupiranx) sich öffneten, aus welchen man in Strömen brennende und flüssige Massen sich ergiessen sah, welche ihrer Natur nach den Laven des Vesuv ähnlich sein mussten.“ ³⁾ Velasco⁴⁾ erwähnt bei dem Ausbruch des Jahres 1743, dass man durch tausend Spalten und Oeffnungen am ganzen Berge das innere Flammenmeer gesehen habe, eine Schilderung, welche Herr Wolf, gewiss mit Recht, auf glühende Lavaströme bezieht. Auch die von demselben Autor angeführte, beim Ausbruch im Jahre 1744 entstandene Gasse oder Rinne, welche sich mehrere Jahre lang nicht mit Schnee bedeckte, muss, nach Herrn Wolfs Vorgang, als Lavaström gedeutet werden, dessen innere Wärme sich lange Zeit erhalten hat. Dann werden Lavaströme, wenn auch falsch gedeutet, so doch richtig beschrieben bei dem Ausbruch im Jahre 1853.⁵⁾ Am 21. April 1877 meldet der schon öfters angeführte Geistliche von Olalla, dass ein Feuerkatarakt über den Ostrand des Kraters sich ergossen habe. Den Lavenerguss vom 26. Juni 1877 werde ich sogleich ausführlicher behandeln, vorher möchte ich zur Vervollständigung anführen, dass Lavaströme in den Jahren 1878 (Martinez) und 1885 (Fuchs) beobachtet sein sollen.

Dass wirklich Lava in Strömen, dass wirkliche Lavaströme von grosser Ausdehnung und Mächtigkeit am Cotopaxi in ganz neuer Zeit ergossen wurden, haben unsere Untersuchungen der Gehänge des Berges ergeben, und hätte über die Natur dieser Ströme irgend welcher Zweifel bestehen können, so wäre er durch die Angabe des Herrn Dr. Wolf, dass die durch die neuen Schlammströme zerstörten und zerrissenen Laven in

¹⁾ X. Jahrb. f. Mineral., 1878, S. 142.

²⁾ Journal du Voyage, p. 157.

³⁾ cit. in v. Humboldt: Kosmos IV. S. 371.

⁴⁾ Siehe: Wolf, X. Jahrb. f. Mineral., 1875, S. 569, 571, 573.

⁵⁾ Karsten: l. c.: Villavicencio, Geografía, p. 48, führt, wohl fälschlich, das Jahr 1854 an.

ihren Innern aus körnigem, pfeilförmig abgesondertem Andesit bestehen, beseitigt worden. Nun wäre zu erwarten gewesen, dass der Ausbruch von 1877, der einzige Ausbruch, der eine wissenschaftlich geologische Behandlung erfahren hat, aus einem solchen Lavaström in seiner Entstehung und seinem Verlauf hätte kennen lehren. Das war aber durchaus nicht der Fall, vielmehr brachte dieser Ausbruch in Bezug auf den Austritt der Lava Erscheinungen zu Tage, die eine ganz besondere Beachtung verdienen.

Am 26. Juni, Morgens gegen 10 Uhr, fand der Hauptausbruch statt; die Südwestseite des Berges und sein Gipfel waren ganz wolkenfrei und klar, sodass in Mulaló und Cusi-guango viele Personen Augenzeuge der Lavaeruption waren. „Lebhaft schilderten sie mir den furchtbaren Anblick des Berges, als er plötzlich in Aufwallung (ebullicion) gerieth und sich „eine schwarze Masse“ ranchend und dampfend über alle Theile des Kraterrandes zugleich herausdrängte . . . Mehrere brauchten bei ihrer Schilderung das anschauliche Bild eines am Feuer plötzlich „überwallenden Reistopfes“.“) Dann hüllte sich der Berg in Wolken.

Dr. Wolf scheint anzunehmen, dass bei diesem Ausbruch keine Detonationen in der Umgebung gehört wurden, denn er sagt, „dass das unterirdische Getöse in grossen Entfernungen vom Cotopaxi auf's Deutlichste, in der nächsten Umgebung desselben aber kaum vernommen wurde“.2) P. Sodiro aber behauptet gerade das Gegentheil; nach ihm „hörte man gewaltige, aber dumpfe Getöse (estampidos imponentes pero sordos), welche fernen Salven starker Artillerie ähnlich waren“ und bei dem Auswurf der Lava „ein fortgesetztes, langdauerndes Getöse (un estruendo prolongado y continuo).“3) Nach beiden Berichterstattern folgte kurz nach dem Ausbruch das dumpfe Brausen der am Berg herabstürzenden Schlammströme.

Aus den Angaben der Augenzeugen und der am Berge selbst gemachten Beobachtungen glaubt Herr Dr. Wolf auf ein Uebersprudeln der glühend flüssigen Lava über die Kraterränder des Cotopaxi schliessen zu dürfen, während Herr P. Sodiro einen grossartigen Auswurf der glühenden Lava, der nur wenig über den Kraterand sich erhob, annimmt.

Mich erinnert die Schilderung des Vorganges lebhaft an einen Ausbruch des Georg auf Santorin (1866), bei welchem ebenfalls mit einem dumpfen Knall plötzlich die ganze Blockdecke der centralen Lavamasse, mit grossen abgerissenen Theilen der Lava selbst, in die Höhe gehoben und auf die Abhänge des Lavawulstes herabgerollt wurden.

1) Wolf: N. Jahrb. f. Mineral., 1878, S. 131.

2) N. Jahrbuch, 1878, S. 129.

3) Relación, p. 7; ich erinnere daran, dass keiner der beiden Herren dem Ausbruch selbst beigewohnt hat; P. Sodiro war 12 Tage nach demselben an Ort und Stelle, Dr. Wolf 2½ Monate später.

P. Sodiro führt zur Stütze seiner Annahmen unter Anderem die Thatsache an, dass bei einem Ueberfließen der Lava die Südseite mehr gelitten haben müsste als die Nordseite, da dort der Kraterrand niedriger ist, während doch grade das Gegentheil der Fall war; dann wird es auch erklärlich, warum kein Lavastrom ergossen wurde: die einzeln niederfallenden Fetzen konnten keine zusammenhängende Masse bilden, während das unter jedem einzelnen Lavafetzen schmelzende Wasser das Herabrollen derselben an den steilen Gehängen begünstigen und beschleunigen und ihrer Verbreitung über den ganzen Abhang Vorschub leisten musste, von wo sie dann, durch die sich vereinigenden Wasser, als Avenidas weggeführt wurden.¹⁾ Ganz übereinstimmend damit sagt Herr Dr. Wolf: „Alles Material löste sich beim Herabstürzen über den Berg in Klumpen auf, die durchschnittlich nicht einmal sehr gross sind und meistens kaum 1 Meter Durchmesser besitzen“ . . . „rundum zeigen die Klumpen geflossene, gerundete Formen und sind von einer Glasur bedeckt; folglich trennten sich die Blöcke nicht in schon erstarrtem oder halberstarrtem Zustand, sondern als noch flüssige Klumpen, welche dann während des Herabrutschens und besonders wenn sie mit Schneewasser in Berührung kamen, schnell erkalteten. Es ist fast, als wie wenn alle diese Klumpen aus der Luft auf den Vulkankegel gefallen wären“²⁾ . . . „Am ganzen Umkreis des Cotopaxi-Kegels über der Schneegrenze liegen enorme Mengen solcher Klumpenlava: der ganze Eruptionskegel ist davon bedeckt, und weiter nach unten finden sich ungedehnte Lavafelder, wo das Terrain ihre Anhäufung gestattete. Wir haben bei unserer Besteigung solche Felder überschritten. Die grössten Quantitäten scheinen am Nordgipfel und auf einem Grat, welcher sich vom Südwestgipfel hinunterzieht, liegen geblieben zu sein. Ferner sind die Klumpen in den im Eis angewühlten Gassen ungemein zahlreich und haben sich stellenweise zu Hügeln aufgestaut. Dennoch muss ich behaupten, dass bei Weitem das meiste feuerflüssige Material unter die Schneegrenze gelangt ist, sei es durch ihr eigenes Gewicht an steilen Halden, sei es mit Hilfe der Wasserfluthen“.³⁾

Aus der vorstehenden Beschreibung scheint mir klar und deutlich hervorzugehen, dass wir es hier nicht mit einem zusammenhängenden Lavastrom zu thun haben, sondern mit Anhäufungen loser Blöcke, welche, als glühend flüssige Lavafetzen angeschlendert, einzeln und unabhängig von einander am Gehänge des Berges herabrollten oder, von den Eis- und Wassermassen getragen, herabglitten und sich erst dann zu grösseren Anhäufungen vereinigten, als die äusseren Theile der einzelnen Stücke bereits erkaltet und

¹⁾ Reinelon, p. 26.

²⁾ N. Jahrb. f. Mineral., 1878, S. 159, 160.

³⁾ Wolf, ebenda, S. 161.

fest geworden waren. Eine Anhäufung loser, bimssteinartiger¹⁾ Blöcke, möge sie noch so gross sein, kann aber nie und nimmer als Lavaström bezeichnet werden, denn die Natur eines solchen verlangt es, dass die glühende Gesteinsmasse, wenigstens im Innern des Ergusses, zusammenhängend fliesst, wenn auch die äusseren Theile aus scheinbar lose aneinander gereihten Blöcken besteht; oder, wie die Definition A. von Humboldts lautet: „Der wesentliche Charakter eines Lavaströmes ist der einer gleichmässigen, zusammenhängenden Flüssigkeit, eines bandartigen Stromes, aus welchem beim Erkalten und Verhärten sich an der Oberfläche Schalen ablösen.“²⁾

Der Cotopaxi-Ausbruch vom 26. Juni 1877 hat keinen Lavaström geliefert; die glühend ausgeschleuderten Lavafetzen liegen zerstreut am Abhang des Berges oder wurden, nachdem ihre Oberfläche bereits erkaltet war, zu kleineren oder grösseren Anhäufungen zusammengeschwemmt, die, so z. B. im Manzana-huaco, Hügelzüge von 20 bis 30 Meter Höhe und ungeheurer Breite bilden.³⁾ Die Möglichkeit, dass Auswürflinge aus dem Gipfelkrater durch die schmelzenden Schneewasser zusammengeschwemmt und zu stromartig erscheinenden Anhäufungen vereinigt werden können, hat bereits A. v. Humboldt bei Beschreibung der Reventazon de las Minas in Erwägung gezogen, indem er sagt: „Ob diese Blöcke als glühende, nur an den Rändern geschmolzene Schlackenmassen, . . ., alle aus dem Gipfelkrater zu grossen Höhen ausgeworfen, an den Abhang des Cotopaxi herabgefallen und durch den Sturz der geschmolzenen Schneewasser in ihrer Bewegung beschleunigt worden sind; . . .: bleibt ungewiss.“⁴⁾

Herr Dr. Wolf betont es, dass „nirgends ein Strom zusammenhängender Lava zu finden ist“⁵⁾ und stellt fest, dass in den grossen Ablagerungen der Lavaklumpen eine „Zwischenmasse anderen Materials“, wenn auch nur in geringer Menge, vorkommt, wie es der Natur der zusammengeschwemmten Massen entspricht.

In ganz kurzer Zeit, in einer Viertel- bis einer halben Stunde, wurde die ungeheure Lavamasse aus dem Krater geschleudert und über die Abhänge nach allen Seiten des Berges herabgerollt, sodass in allen Schluchten und Thälern Schlammströme sich bildeten. Die Masse der Lavaklumpen, wie sie sich zerstreut am Abhang des Berges finden, ist schwer zu bestimmen, doch glaubt Herr Wolf dieselbe auf 10 Millionen Kubikmeter schätzen zu dürfen, was einem zusammenhängenden Strome von 1000 Meter Länge, 200 Meter Breite und 50 Meter Höhe entsprechen würde.

Man mag nun mit Herrn Wolf ein Ueberquellen der Lava oder, nach der zuerst

¹⁾ Wolf, I. c., 8, 160.

²⁾ Kosmos, IV, 8, 361.

³⁾ Wolf, I. c., 8, 161.

⁴⁾ Kosmos, IV, 8, 363.

⁵⁾ I. c., 8, 159.

von Herrn Sodiro aufgestellten und auch hier vertretenen Ansicht, einen gewaltigen, durch Dämpfe verursachten Auswurf glühender Lavafetzen annehmen, immer wird man der Thatsache Rechnung tragen müssen, dass kein Lavaström sich gebildet hat; darin, sowie in allen thatsächlichen Beobachtungen stimmen die beiden Berichtersteller des Anbruches, die Herren Sodiro und Wolf, überein, nur in der Erklärung und Deutung der Thatsachen, weiche ich mit P. Sodiro von der Wolf'schen Auffassung ab. Nach der Wolf'schen Annahme müsste eine Lavasäule von etwa 700 Meter Durchmesser in ihrer Gesamtheit mindestens 50—60 Meter hoch gehoben worden sein — denn etwas mehr als 40 Meter betrugen die Unterschiede in den verschiedenen Theilen der Kraterumwallung —, um über alle Theile des Kraterandes übersprudeln zu können, und selbst dann würde wohl der grösste Theil der so gehobenen Lava wieder in den Schlott zurückgesunken sein, und nur ein kleiner Theil hätte sich über die Abhänge des Berges ergossen könne.

Als einziges Analogon in der Geschichte der Vulkanansbrüche könnte man die, mir immer noch problematischen Lavasäulen auf Hawaii anführen, die aber neben dem Cotopaxi-Ausbruch sich nur wie Kinderspielzeug ausnehmen würden. Und wenn nun wirklich eine solche Lavamasse ausfliesst, dann ist es nicht abzusehen, warum sie sich in lauter einzelne Klumpen auflösen sollte, statt in zusammenhängenden Strömen am Abhänge abzufließen oder am Kraterande sich auszubreiten; denn auch die auf dem höchsten Gipfel abgelagerten neuen Ausbruchsmassen scheinen genau dieselbe Beschaffenheit zu haben wie die zu Agglomeraten am Fuss des Berges angehäuften Lavaklumpen. — Ein mächtiger Dampfausbruch durch den mit Dämpfen durchdrungenen, den ganzen Krater erfüllenden, glühendflüssigen Lavahrei scheint mir die sämtlichen Verhältnisse in der einfachsten und natürlichsten Weise zu erklären.

Die „Lavaklumpenströme“ und die danach von Herrn de Lapparent aufgestellte Abtheilung der „*conglomérés discontinus*“¹⁾ sind aus der Nomenclatur der vulkanischen Produkte zu streichen; an deren Stelle haben wir Schlackenagglomerate kennen gelernt, deren eigenthümliche, hier zum ersten Male beobachtete Bildungsweise geeignet sein dürfte, ein neues Licht auf die Entstehungsart jener grossen Schlackenagglomerate zu werfen, welche am Rumiñahui, am Picacho des Cotopaxi u. s. w. auftreten.

Fasse ich nun nochmals kurz zusammen, was wir bis jetzt über den Verlauf eines Cotopaxi-Ausbruches wissen, so kann ich nur im Allgemeinen das Bild wiederholen, welches ich bereits im Jahre 1874²⁾ entworfen habe:

¹⁾ *Traité de Géologie*, 4me Ed., 1883, p. 402. Dort sind die Lavaklumpenströme mit den gewaltigen Lavaströmen des Antisana zu einer Gruppe vereinigt.

²⁾ *Reiss' Zeitschrift f. d. geol. Gesell.*, XXVI, 1874, S. 912—13.

Nach einer Zeit der Ruhe wird die wiedererwachende vulkanische Thätigkeit durch das häufige Auftreten von Dampfsäulen sich bemerkbar machen. Aschenanswürfe verwandeln bald die weisse Dampfsäule in dunkle schwarze Wolken, die, hoch in die Atmosphäre sich erhebend, vom Winde weithin verführt werden. Die Lava steigt bald langsamer, bald rascher, im Schlot auf, erfüllt den Krater und beleuchtet mit ihrem Widerschein die über dem Krater schwebende Dampfsäule. An der Oberfläche der den Krater mehr und mehr erfüllenden Lava werden Schlacken sich bilden, die zusammen mit glühenden Lavafetzen als Auswürflinge und Bomben von den durchbrechenden Dämpfen ausgeschleudert werden. Unter heftigen Detonationen erfolgen die einzelnen Dampf- und Aschenansbrüche, bis endlich die Lava, an den niedersten Stellen des Kraterandes überfließend, sich als gewaltige Lavaströme am äusseren Abhang herabstürzt oder, wie dies 1877 der Fall gewesen zu sein scheint, durch einen aussergewöhnlichen Dampfausbruch in grossen Massen auf ein Mal angeschleudert wird. In beiden Fällen kommt nun die glühende Gesteinsmasse mit dem Eis und Schnee, welche den oberen Theil des Berges umgeben, in Berührung und giebt dadurch Veranlassung zu den gewaltigen Schlamm- und Wasserfluthen, die vernichtend und zerstörend nach den bewohnten Theilen des Landes am Fusse des Vulkans sich ergiessen. Gewöhnlich endet damit der ganze Ausbruch, und nur in seltenen Fällen dauert der Lavaerguss tage- oder wochenlang. Darin und in dem auf den Gipfelkrater beschränkten Austritt der Lava unterscheiden sich die Cotopaxi-Eruptionen von den so bekannten und vielfach beschriebenen Ausbrüchen des Vesuv und der Hawaii-Vulkane, in allen anderen Einzelheiten ist der Mechanismus der Ausbrüche genau derselbe; denn die so gefürchteten Schlammströme sind kein vulkanisches Phänomen, sie sind einzig und allein bedingt durch die hohe Lage des Cotopaxi¹⁾ und finden sich an allen Vulkanen, deren Abhänge mit Eis und Schnee bedeckt sind, in Ecuador sowohl, wie auf Island und im Süden Chiles.

In Zeiten der Ruhe entsteigen den Spalten des Kraters schwefelige Säure und Schwefelwasserstoff, bei erhöhter Thätigkeit werden salzsaure Dämpfe in grosser Menge zugleich mit gewaltigen Massen von Wasserdampf ausgestossen, ganz wie dies bei den europäischen Vulkanen der Fall ist. Kohlensäure wird in den Exhalationen des Cotopaxi sicherlich nicht fehlen, ist aber bis jetzt noch nicht direct nachgewiesen worden.

Der Schilderung des Cotopaxi und seiner Ausbruchserscheinungen will ich noch einige Betrachtungen folgen lassen, welche eingehendere Erörterungen beanspruchen. Beruhen dieselben, zum Theil wenigstens, auf mancherlei hypothetischen Annahmen, so

¹⁾ A. von Humboldt: Ueber den Bau und die Wirkungsart der Vulkane in den verschiedenen Erdstrichen. Abh., gelesen in der Akademie zu Berlin, 24. Januar 1825; Ansichten der Natur, 3. Ausg., 1849, II, S. 275.

dürften sie doch geeignet erscheinen, dem Leser das Bild des Andenvulkans zu vervollständigen und anschaulicher zu machen:

Die Höhe des Cotopaxi ist in zwei, über hundert Jahre aneinander liegenden Perioden bestimmt worden. Einmal in den Jahren 1738—1740 von den französischen Akademikern, dann in der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts durch deutsche und englische Reisende. Da eine Vergleichung der erlangten Resultate eine wesentliche Zunahme der Höhe ergibt, lohnt es sich wohl, den Werth und die Zuverlässigkeit der einzelnen Messungen zu untersuchen.

Bei der grossen, durch die französische Regierung angeordneten Gradmessung in Ecuador oder, wie man damals sagte, in Perú, wurde in jahrclanger, mühevoller Arbeit eine grosse Anzahl von Dreiecken genau und zuverlässig bestimmt. Wir besitzen über diese Arbeiten drei verschiedene Werke. Die beiden französischen Akademiker Bouguer¹⁾ und La Condamine²⁾ haben Jeder in selbständiger Weise die Resultate ihrer meist gemeinsamen Beobachtungen berechnet und publicirt; die erlangten Werthe stimmen denn auch, mit kleinen Abweichungen, in befriedigender Weise überein. Anders verhält es sich mit den Resultaten, zu welchen die beiden Secofiziere gelangten, welche von der spanischen Regierung der französischen Expedition beigegeben waren. Ich will vorerst die Höhenbestimmung der französischen Akademiker besprechen und dann zeigen, weshalb die betreffenden Angaben der spanischen Offiziere unberücksichtigt bleiben müssen.

Sowohl Bouguer, wie auch La Condamine geben ausführlich die ganze Reihe der gemessenen Dreiecke, wie auch die in den einzelnen Stationen beobachteten Höhenwinkel, aber nur bei Bouguer finden sich Höhenwinkel für die höchsten, ausserhalb der Gradmessung liegenden Berggipfel Ecuadors. In der folgenden kleinen Tabelle sind die gemessenen Winkel, die absoluten Höhen der Stationen, die Höhendifferenzen zwischen den Stationen und dem Gipfel des Cotopaxi zusammengestellt:

Station	Höhenwinkel ³⁾	Höhe der Station ⁴⁾	Cotopaxi über Station ⁵⁾
Caraburo . . .	2° 41' 9"	2390 Meter	3360 Meter
Changali . . .	4° 17' 46"	2745 "	3005 "
Corazon . . .	2° 45' 15"	4216 "	1534 "
Malmul . . .	0° 55' 15"	3896 "	1854 "

¹⁾ La Figure de la Terre, 1743.

²⁾ Mesures des Trois premiers Degrés du Meridien, 1751.

³⁾ Figure de la Terre, p. 119—122.

⁴⁾ Ebenda, p. 124, 125.

⁵⁾ Ebenda

Die Messungen von den Stationen Changali im Chillothale, in der Nähe von Pintae, und vom Corazon eignen sich sehr gut zur Höhenbestimmung des Cotopaxi, da aber keine Angaben über die horizontalen Entfernungen vorliegen, ist eine genaue Nachprüfung der Rechnungen unmöglich. Ein grosser Fehler kann jedoch nicht vorliegen, da durch die verschiedenen Messungen eine Kontrolle gegeben wird, auch stimmen beide Akademiker in dem Endresultat genau überein: die Höhe des Cotopaxi über Caraburo beträgt 1724 Toisen = 3360 Meter.¹⁾

Caraburo, das Nordende der von den Akademikern auf den Tuffplateaus von Yaruquí am Fusse des Guamaní und Pamba-marca gemessenen Basis, bildet den Nullpunkt für alle bei der Gradmessung ausgeführten Höhenbestimmungen. Um die relativen Höhen in absolute Höhen umzuwandeln, musste die Meereshöhe dieses Nullpunktes gesucht werden. Die barometrischen Messungen ergaben kein befriedigendes Resultat, so unternahm es Bouguer, durch trigonometrische Operationen die Meeresküste mit dem Hoeblande zu verbinden.

In den Urwäldern am Westabhang der Westcordillere, im unteren Theil des Flussgebietes des Rio Esmeraldas, mass Bouguer in dem Indianerdorf Niguas und auf einer Flussinsel an der Mündung des Rio Inca die Höhenwinkel des Piehineha und des Hiniza, um daraus mittelst sehr complicirter Rechnungen die Höhe von Caraburo abzuleiten. Bei den im westlichen Tiefland von Ecuador herrschenden Witterungsverhältnissen kann man nicht darauf rechnen, die höchsten Gipfel der Cordillere in abschbarer Zeit zu Gesicht zu bekommen: das Hochgebirge ist für den Küstenbewohner fast stets in Wolken gehüllt; deshalb wählte Bouguer die genannten, zwischen der Küste und der Cordillere gelegenen Punkte. Da es aber nicht möglich war, die Inca-Insel oder Niguas mit der Küste trigonometrisch zu verbinden, suchte Bouguer durch barometrische Messungen und durch Schätzung des Flussgefälles die absolute Höhe seines Beobachtungspunktes zu bestimmen. Anfangs nahm Bouguer die Höhe der Inca-Insel über dem Meere zu 30 Toisen an, erhöhte dieselbe aber später, wie es scheint, auf La Condamines Anregung hin²⁾, um 12 Toisen, sodass in den Publikationen, in welchen die definitiven Resultate aller ihrer Arbeiten niedergelegt wurden, die beiden Akademiker, Bouguer sowohl wie auch La Condamine, die Höhe der Inca-Insel zu 42 Toisen über dem Meere annahmen und daraus, in Verbindung mit den trigonometrischen Messungen, die absolute Höhe von Caraburo zu 1226 Toisen³⁾ = 2390 Meter bestimmten.⁴⁾

¹⁾ Figure de la Terre, p. 125.

²⁾ La Condamine: Mesures, p. 52.

³⁾ Bouguer: Figure, p. 124; La Condamine: Mesures, p. 55.

⁴⁾ Bouguer: Figure, p. 159—167.

Da nun, nach Bouguer sowohl wie nach La Condamine, der Cotopaxi sich 1724 Toisen = 3360 Meter über Caraburo erhebt, so ergibt sich die absolute Höhe des Cotopaxi zu 2950 Toisen¹⁾ oder 5750 Meter.

Stimmen die Angaben der beiden französischen Akademiker in Bezug auf die Höhe des Cotopaxi vollkommen überein, so weichen die Resultate der spanischen Offiziere nicht nur wesentlich davon ab, sie sind auch untereinander nicht in Uebereinstimmung zu bringen.

Antonio de Ulloa, dem wir den beschreibenden Theil des Reisewerkes²⁾ verdanken, giebt nach barometrischen Messungen die absolute Höhe von Caraburo zu 1268 Toisen, die ebenfalls barometrisch gemessene Höhendifferenz zwischen Caraburo und der Station Puca-huaico am Cotopaxi zu 1023 Toisen, schätzt die Höhe von dieser Station bis zur Schneegrenze zu 30—40 Toisen und nimmt schliesslich den mit Schnee bedeckten Theil des Berges zu 800 Toisen an, also

Caraburo, barometrisch	1268 Toisen =	2471 Meter
Caraburo-Pucahuaico, barometrisch . .	1023 „ =	1994 „
Pucahuaico-Schneegrenze, geschätzt .	35 „ =	68 „
Schneebedeckter Gipfel	800 ³⁾ „ =	1559 „
<hr/>		
Höhe des Cotopaxi =	3126 Toisen od.	6093 Meter

Der Werth von 800 Toisen für den schneebedeckten Theil des Berges beruht „auf einer vorsichtigen Abschätzung, die sich auf einige zu diesem Zweck genommene Höhenwinkel stützt“ (haciendo un prudente juicio fundado en algunos observaciones de angulos de Altura tomadas para este fin). In dieser Schätzung haben sich die Herren um etwa 400 Meter geirrt. Die Höhe der Station Puca-huaico wird, nach trigonometrischen Messungen, von Jorje Juan, in dem der Gradmessung gewidmeten Band, zu 1036 Toisen (2019 Meter) über Caraburo, die absolute Höhe von Caraburo zu 1555 Toisen (3031 Meter) nach barometrischen Messungen angegeben.⁴⁾ Setzt man diese Zahlen ein, so findet sich die Höhe des Cotopaxi zu 3026 Toisen oder 5895 Meter. Die beiden um 200 Meter von einander abweichenden Resultate verdienen kein Vertrauen, einmal wegen der geschätzten Höhendifferenzen, dann aber auch, weil Caraburo zu hoch angenommen ist.

¹⁾ Bouguer: *du Figure*, p. 125; La Condamine: *Mesures*, p. 56.

²⁾ *Relacion historica*, Pt. I, p. 568.

³⁾ La Condamine, *Voyage*, p. 159, giebt die Höhe des schneebedeckten Bergtheiles zu 500 Toisen an.

⁴⁾ *Observaciones Astronomicas y físicas*, p. 120, 129.

Zwar liegen für Caraburo bis jetzt nur zwei Bestimmungen vor:

Bonguer und La Condamine, baro-trigonometrisch . . 2380 Meter¹⁾

Reiss, 10 Barometer-Ablesungen 2369 „²⁾

Aber die Richtigkeit der von den französischen Akademikern angenommenen Höhenzahl lässt sich noch auf andere Weise prüfen.

Von den Schneebergen Ecnadors gibt sowohl Bonguer, wie auch La Condamine die Höhen an, und zwar sind neun Höhen von beiden Akademikern gemessen und selbständig berechnet worden. Bei zweien der Berge, beim Cayambe und beim Antisana, weisen diese Messungen Differenzen bis zu 40 Meter auf; das mag wohl seine Ursache in der Schwierigkeit haben, welche die runden Knippen der Gipfel der genauen Einstellung bieten. Ich schliesse deshalb beide von der folgenden Vergleichung aus. Die übrigen sieben Höhen stimmen sehr gut untereinander, da die Differenzen nur 0 bis 12 Meter betragen. Ich habe trotzdem den Cotopaxi und den Sangay ausschliessen müssen, da dies thätige Vulkane sind, deren Höhen durch fortwährende Ausbrüche Veränderungen erleiden; auch der Tunguragua hätte wohl aus diesem Grunde ausgeschlossen werden sollen. In der folgenden kleinen Tabelle habe ich nun die Höhen von fünf der höchsten Berge Ecnadors zusammengestellt, nach Bonguer, La Condamine, Reiss und Whympfer. Die Höhen der drei erstgenannten Beobachter beruhen auf trigonometrischen Messungen, die des Herrn Whympfer auf barometrischen Ablesungen, wobei noch zu bemerken ist, dass alle trigonometrisch erlangten Höhen sich stets auf barometrisch gemessene Basen beziehen, die der französischen Akademiker auf die Inka-Insel, die meingien, direkt oder indirekt, auf Quito.

	Höhen in Metern			
	Bonguer ³⁾	La Condamine ⁴⁾	Reiss ⁵⁾	Whympfer ⁶⁾
Chimborazo . .	6270	6276	6310	6247
Huiza	5286	5296	5305	—
Tunguragua . .	5106	5106	5087	—
Corazon	4826	4814	4816	4838
Ruen-Pichincha	4744	4736	4737	—

Der Vergleich ergibt, dass kein wesentlicher Fehler in den zur Berechnung der

¹⁾ Ich gebe hier und im Folgenden die Höhen in Meter umgerechnet.

²⁾ Reiss und Stöbel: *Alturas tomadas en la Republica del Ecuador*, II. p. 16.

³⁾ *Figure de la Terre*, p. 121, 125.

⁴⁾ Mesures, p. 56.

⁵⁾ *Alturas*, II. p. 43.

⁶⁾ *Travels*, p. 343.

Höhen von den französischen Akademikern zu Grunde gelegten Annahmen sich finden kann, dass also die Höhenbestimmung von Caraburo als richtig angesehen werden muss.

Zu dem gleichen Resultat gelangt man, wenn man die Höhe von Quito zum Vergleiche herbeizieht. Es liegen für die Hauptstadt Ecuadors eine ganze Reihe von Höhenmessungen vor; ich will jedoch nur die am besten begründeten anführen, d. h. diejenigen, welche auf eine grössere Zahl von Barometer-Beobachtungen sich stützen:

Höhe von Quito über dem Meer:

Bougner, ¹⁾ trigonometrisch	2857 Meter
La Condamine, ²⁾ trigonometrisch	2850 "
Reiss und Stübel, ³⁾ barometrisch	2850 "
Wymper, ⁴⁾ barometrisch	2848 "
Hann, ⁵⁾ barometrisch	2855 "

Die Messungen vertheilen sich auf einen Zeitraum von über 150 Jahren, indem das von Herrn Hann erlangte Resultat abgeleitet ist aus den ein volles Jahr (1895/96) umfassenden Barometer-Beobachtungen, veröffentlicht von dem Teniente Coronel Augusto N. Martinez.⁶⁾

Die vorstehende Untersuchung scheint mir unzweifelhaft die Richtigkeit der von den französischen Akademikern ausgeführten Messung des Cotopaxi zu ergeben, so weit sie auch von den durch andere Beobachter später erlangten Angaben abweicht.

Wir müssen also die Höhe des Cotopaxi vor den grossen Ausbrüchen des 18. Jahrhunderts, etwa für die Jahre 1738—1740, nach Bouguer und La Condamine, zu 5750 Meter annehmen.

Von A. v. Humboldt liegt keine Messung des Cotopaxi vor; er giebt in Toisen, in Metern,⁷⁾ und in Fussen⁸⁾ die Höhe von 5754 Meter, wohl eine etwas abweichende Umrechnung der von Bouguer und La Condamine gemessenen Höhe.

Da A. von Humboldt sowohl den Durchmesser des Cotopaxi-Kraters,⁹⁾ wie auch die Schneegrenze¹⁰⁾ am Cotopaxi trigonometrisch gemessen hat, auch die Höhenangabe

¹⁾ Figure de la Terre, p. 121.

²⁾ Mesures, p. 56.

³⁾ Alturas tomadas en la Republica del Ecuador, I, p. 2.

⁴⁾ Wymper: Travels, p. 399.

⁵⁾ Meteorologische Zeitschrift, 1898, S. 268.

⁶⁾ Boletín del Observatorio Astronómico de Quito.

⁷⁾ Vues des Cordilleres, p. 43; Recueil d'Observations astronom., I, p. 509, N. 191.

⁸⁾ Kosmos IV, S. 283, 292, 322.

⁹⁾ A. v. Humboldt und A. Bonpland: Ideen zu einer Geographie der Pflanzen, 1807, S. 54 Anm.

¹⁰⁾ Aile centrale, N°, 1843, III, p. 255.

im Nivellement barométrique¹⁾ genau in derselben Weise giebt wie die des Antisana,²⁾ von welcher wir wissen, dass sie auf trigonometrischen Messungen beruht,³⁾ wäre man wohl berechtigt, anzunehmen, dass auch die Höhe des Cotopaxi trigonometrisch gemessen sei, zumal v. Humboldt genau den Punkt des Kraterandes beschreibt, welcher bei den trigonometrischen Operationen anvisirt wurde.⁴⁾ Dem widerspricht jedoch eine Bemerkung A. v. Humboldts, wonach er die von Bouguer gegebene Höhe als zu gering erachtet. Boussingault behauptete nämlich, den Cotopaxi bis zur Höhe von 5746 Meter erstiegen zu haben, so dass ihm, wenn seine und Bouguers Messungen richtig wären, nur vier Meter bis zum Gipfel gefehlt hätten. Bei Erwähnung dieses Besteigungsversuches sagt A. von Humboldt:⁵⁾ „vielleicht ist Bouguers Höhenangabe zu klein, da seine complicirte trigonometrische Berechnung von der Hypothese über die Höhe der Stadt Quito⁶⁾ abhängt.“

So würde A. von Humboldt sich sicherlich nicht ausgedrückt haben, wenn seiner, nur 4 Meter von Bouguers Bestimmung abweichenden Höhenangabe eigene Messungen zu Grunde lägen. Entscheidend aber scheint mir die Thatsache, dass A. von Humboldt in dem Abschnitt „Hypsometrie der Vulkane“ der Höhenangabe des Cotopaxi die Bemerkung beifügt: „nach Bouguer“.⁷⁾

In Betreff Boussingaults hat schon Freiherr von Thielmann⁸⁾ bemerkt, dass der sonst so genaue und vertrauenswürdige Gelehrte in Bezug auf Höhenmessungen bei Bergbesteigungen sich als recht unzuverlässig erwiesen hat.

Es ist ein glücklicher Zufall, dass die französischen Akademiker ihre Messungen ausführen konnten, ehe der Cotopaxi, nach mehr als zweihundertjähriger Ruhepause, zu neuer, erhöhter Thätigkeit erwachte. Wir sind somit in der Lage, die Veränderung in der Höhe nachweisen zu können, welche der Berg als Endresultat der vielen, um ziemlich rasch auf einander folgenden Ausbrüche erlitten hat.

La Condamine⁹⁾ führt an, dass bei den Ausbrüchen von 1743 und 1744 der Krater sich wesentlich erweitert habe, das würde im Allgemeinen eine Erniedrigung des Kraterandes zur Folge gehabt haben, ohne dass jedoch der höchste Gipfel daran theil-

¹⁾ Recueil d'Observations astronomiques, 1810, I., p. 309, No. 191.

²⁾ Ebenda, No. 190.

³⁾ Kosmos IV., S. 354.

⁴⁾ Kosmos IV., S. 375.

⁵⁾ Ebenda, S. 529.

⁶⁾ Das ist ein Irrthum; alle Höhen der französischen Akademiker sind auf Caraburo bezogen, wie dies auch A. v. Humboldt in „Asie centrale“, 1845, III., p. 351 Anm. richtig dargelegt hat.

⁷⁾ Kosmos IV., S. 292.

⁸⁾ Vier Wege durch Amerika, 1879, S. 476.

⁹⁾ Voyage, p. 150.

zunehmen brauchte. Leider fehlen alle weiteren Angaben. Mehr als 130 Jahre mussten verstreichen, ehe eine neue Messung des Cotopaxi vorgenommen wurde.

Im Jahre 1872 bestimmte ich durch drei von einander völlig unabhängige, trigonometrische Messungen die Höhe des Nordwest-Cotopaxi-Gipfels; dabei wurde jedesmal eine Basis gemessen, deren absolute Höhe abgeleitet war aus barometrischen, stets möglichst gleichmässig über die verschiedenen Tageszeiten vertheilten Ablesungen.

Die folgende Zusammenstellung giebt eine Uebersicht der von mir ausgeführten Messungen:

Ort	Höhe der Basis ü. d. Meer	Anzahl der baromet. Ables.	Entfernung vom Cotopaxi	Absolute Höhe des Cotopaxi
Guamaní del Antisana . . .	4291 m	15	31 152 Meter	5949 Meter
Hacienda Champi am Iliniza	3865 „	30	24 600 „	5942 „
Hornoloma am N. Fuss . .	3806 „	15	10 848 „	5944 „
„ | des Cotopaxi	„	„	„	5942 „
			Mittel	5944 Meter

Die angeführten barometrisch gemessenen Höhen beruhen für Hornoloma und Champi auf meinen eigenen Beobachtungen, für Guamaní auf den Ablesungen von Stübel und Reiss; der doppelten Höhenangabe bei Hornoloma liegen zwei an verschiedenen Tagen gemachte Winkelmessungen zu Grunde.

Die Uebereinstimmung der von drei verschiedenen Punkten mit drei verschiedenen Basen gemessenen Höhen spricht wohl für die Richtigkeit des aus allen vier Messungen gewonnenen Mittels.

Allerdings sind die barometrisch bestimmten Höhen der Basen von der für Quito angenommenen Höhe abhängig; aber ich glaube, durch die oben gegebene Zusammenstellung wahrscheinlich gemacht zu haben, dass diese Höhe nicht wesentlich fehlerhaft sein kann.

Wir können also die Höhe des Cotopaxi im Jahre 1872 zu 5944 Meter annehmen, dass heisst um 194 Meter höher, als Bouguer und La Condamine in den Jahren 1738—40 den Berg gefunden hatten. In 130 Jahren hat in Folge der Ausbrüche, welche in dieser Zeit stattgefunden haben, der Cotopaxi an Höhe um 194 Meter zugenommen.

Im Jahre 1880, drei Jahre nach dem grossen Ausbruch von 1877, verbrachte Herr Whymper 26 Stunden (18. und 19. Februar) am Kraterand des Cotopaxi. Die Höhe wurde durch 5 Barometerablesungen zu 5978 Meter¹⁾ bestimmt, also zu 34 Meter

¹⁾ 19 613 feet. *Travels*, p. 154, 543, 599.

höher, als meine Messungen 7—8 Jahre vorher ergeben hatten. Nun liegt ja die Vermuthung nahe, dass bei dem zwischen beiden Beobachtungen stattgehabten Ausbruch der Gipfel durch Ablagerung von Lava oder Auswurfsmassen erhöht worden sei, ja Herr Wolf¹⁾ sagt ganz bestimmt, dass dies der Fall gewesen ist. Aber ich glaube, dass noch eine andere Ursache in Betracht gezogen werden muss: Aus dem Krater, dessen Wände noch in Rothgluth leuchteten, aus den Spalten und Rissen des zerklüfteten Kraterrandes stiegen erwärmte Dämpfe und Gase auf. Die Temperatur, welche unter solchen Verhältnissen das Thermometer, sowohl für die Luft, als auch für das Quecksilber des gleichfalls erwärmten Barometers, angab, musste eine viel höhere sein, als den entsprechenden Luftschichten unter gewöhnlichen Verhältnissen zukommt. Und wenn auch Herr Whympfer recht niedere Temperaturen angiebt ($-10,6^{\circ}$ t^o als Minimum, $-6,1^{\circ}$ C. 6 Uhr früh), so gedenkt er doch der allgemeinen Durchwärmung des Bodens und der Dampf Wolken, welche von Zeit zu Zeit den Kraterrand und die auf ihm befindlichen Beobachter umhüllten. Ist, wie ich glaube, die Lufttemperatur zu hoch angenommen, so muss auch die berechnete Höhe zu gross werden, denn der Faktor $\frac{t'' + t'}{2}$ hat einen nicht unwesentlichen Einfluss auf das mittelst der gebräuchlichen

Formeln abgeleitete Resultat barometrischer Höhenmessungen. Macht sich dieser Einfluss doch schon unter gewöhnlichen Verhältnissen bemerkbar, indem die während der heissen Tageszeit gemachten Ablesungen grössere Höhen ergeben, als die Beobachtungen, welche früh Morgens oder in der Kühle der Nachmittagsstunden angestellt werden.

Liegen beide Beobachtungspunkte im heissen Lande, sodass $\frac{t'' + t'}{2}$ grosse Werthe erreichen, und sind die zu messenden Differenzen gering, so kann es leicht geschehen, dass man flussabwärts fahrend gegen Mittag grössere Höhen findet, als Morgens bei Beginn der Fahrt. Es sind das die sogenannten barometrischen Anomalien, die so manchem Reisenden Schwierigkeiten bereitet haben. Bei Herrn Whympfers Messungen am Cotopaxi muss der Einfluss dieses Faktors noch dadurch gesteigert werden, dass selbst für die Morgens um 6 Uhr gemachten Beobachtungen für die untere Station, in diesem Fall für Guayaquil, Barometerstand und Lufttemperatur für 11 Uhr Morgens, also für eine Zeit, zu welcher das Thermometer bereits einen hohen Stand erreicht hat, der Rechnung zu Grunde gelegt sind.

Welch bedeutende Differenzen auf diese Weise entstehen können, lehren die von Herrn Stübel und mir ausgeführten Messungen des Südwestgipfels des Cotopaxi. Zu gleicher Zeit mit der Messung des Nordwestgipfels, dem höchsten Punkt des Berges,

¹⁾ N. Jahrb. 1878 S. 132.

hatte ich von der Hacienda Champi aus eine solche des Gipfels ausgeführt, welcher an der Südwestecke des Kraterandes sich erhebt. Die Höhe wurde zu 5922 m gefunden, 22 Meter niedriger als der höchste Punkt des Berges. Bei den von Herrn Dr. Stübel am 7. Februar 1873, von mir am 28. November 1872 ausgeführten Besteigungen wurde der Südwestgipfel erreicht und beide Male barometrisch gemessen.

Reiss:¹⁾ 28. November 1872, 0^h — pm; Lufttemperatur 0° . 5 C. 5992 Meter
 Stübel:²⁾ 7. Februar 1873, 0^h 30 pm; „ + 3° . 5 C. 5996 „

Das sind Differenzen von 70 und 74 Meter gegen die trigonometrische Messung, aber die barometrischen Bestimmungen leiden auch beide unter dem schon bei Herrn Whympers Gipfelmessungen angeführten Nachtheile, dass die Temperaturen der Luftschicht auf dem Gipfel, in Folge der Dampfexhalationen, zu hoch gemessen wurden und somit der Factor $\frac{t'' + t'}{2}$ mit einem zu grossen Werthe in die Berechnung eingeht. Auch ist die Stunde der Beobachtung beide Male die denkbar ungünstigste, da ja die Mittagsbeobachtungen von 11 bis 3 Uhr bei barometrischen Messungen stets die grössten Höhen ergeben.

Ich glaube also, trotz der Uebereinstimmung der beiden barometrischen Messungen für die Höhe des südwestlichen Gipfels des Cotopaxi, bei meinem trigonometrisch erlangten Resultate stehen bleiben und das Misstrauen, welches ich aus den dargelegten Gründen gegen Herrn Stübel's und meine eigene barometrische Messung hege, auch auf die barometrische Gipfelmessung des Herrn Whympers ausdehnen zu müssen. Letztere Messung dürfte wohl einen 20 bis 30 Meter zu hohen Werth ergeben haben,³⁾ woraus folgen würde, dass durch den Ausbruch des Jahres 1877 keine wesentliche Erhöhung des Gipfels stattgefunden hat.

Es liegen also bis jetzt die folgenden Messungen für den Kraterrand des Cotopaxi vor:

Höchster Gipfel:

Bouguer, 1738—1740, trigonometrisch	5750 Meter
La Condamine, 1738—1740, trigonometrisch	5750 „
Reiss, 1872, trigonometrisch	5944 „
Whympers, 1880, barometrisch	5978 „

¹⁾ Zeitschrift d. deut. geol. Gesell., 1873, S. 92; dort steht irthümlicher Weise 11° 45' und —0° . 4 C.

²⁾ Vulkanberge von Ecuador, S. 339.

³⁾ Herr Whympers hat bereits darauf hingewiesen, dass die hohen Lufttemperaturen bei den Gipfelmessungen die Resultate ungünstig beeinflussen müssen: Travels, p. 398.

Südwestgipfel:

Reiss, 1872, trigonometrisch	5022 Meter
Reiss, 1872, barometrisch	5092 „
Stübel, 1873, barometrisch	5096 „

Die Messungen des Gipfels beziehen sich alle auf den höchsten Punkt des Berges, ob aber der Gipfel stets derselbe Theil des Kraterrandes gewesen ist, das kann zweifelhaft erscheinen, denn bei so heftigen Ausbrüchen, wie sie am Cotopaxi zwischen den Jahren 1740 und 1872 stattgefunden haben, sind Veränderungen in der Grösse und Form des Kraters vulkanischer Gebirge, sowie Aenderungen in den Höhen der Kraterränder nichts Aussergewöhnliches. Sicher beziehen sich die von Herrn Whymper und mir angeführten Messungen auf einen und denselben Punkt — auf die Nordwestecke des Kraterrandes —, ob diese aber der höchste Gipfel war zu der Zeit, als die französischen Akademiker in Ecuador ihre Arbeiten ausführten, kann nicht sicher erwiesen werden. Nach Wagner hätte in den Jahren 1858—1859 die südöstliche Kratercke den höchsten Gipfel gebildet. Allerdings steht mit dieser Angabe im Widerspruch, dass Wagner den Grund für die Lage des höchsten Punktes in der durch die herrschende Windrichtung bedingten Ablagerung der Auswurfsmassen zu erkennen glaubt. Wagner¹⁾ sagt bei Beschreibung des Kraters: „Bei genauer Betrachtung der oberen Ränder mit dem Fernrohr erkennt man, dass sie keine gleichmässig horizontale Linie bilden, sondern eine etwas ausgeschwefte Form mit zwei deutlichen Spitzen, den sogenannten Kraterhörnern, zeigen, von welchen die höchste den südöstlichen, die kleinere den nordwestlichen Rand einnimmt. Es sind offenbar die durch die herrschenden Windrichtungen angehäuften Rapillmassen. Diese Kraterhörner bilden die höchsten Spitzen des Berges . . .“

Die Grössenverhältnisse des Cotopaxi lassen sich am besten durch einige Zahlen und durch Vergleiche mit anderen Bergen verdeutlichen; denn wenn auch der Cotopaxi durch seine absolute Höhe zu den höchsten Vulkanbergen der Erde gehört, so kommt dabei doch der grösste Theil der Erhebung auf den Unterbau, auf welchen der eigentliche Cotopaxi-Kegel aufgesetzt ist, und nur ein Bruchtheil, etwa ein Drittel der ganzen Höhe, entfällt auf letzteren selbst.

Man kann wohl, ohne grosse Fehler zu begehen, annehmen, dass die Entfernung des Gipfels von dem Grunde des intercollinen Raumes zwischen Cotopaxi und Sincholagua den Halbmesser des Kreises darstellt, dessen Umfang den Fuss des Cotopaxi

¹⁾ Naturw. Reisen im tropischen Amerika. S. 515.

begrenzt. Nach meinen auf Horno-loma vorgenommenen Messungen würde diese Entfernung etwa 11 Kilometer betragen, sodass der Durchmesser der Basis des Cotopaxi auf etwa 22 Kilometer anzunehmen wäre, der Umfang 69 Kilometer und die Fläche, auf welcher der Kegel ruht, 380 Quadratkilometer betragen würde. Berechnet man die mittlere Neigung des Kegels, also den Winkel, unter welchem der Gipfel vom Basisrand gesehen wird, so findet man den überraschend kleinen Werth von etwa 11° . Dies beruht darauf, dass an die steilen Abstürze des schneebedeckten Theiles flache, langgestreckte Gehänge sich anschliessen.

Um die Steilheit des oberen, von Schnee bedeckten Theiles zu bestimmen, habe ich aus grossen Entfernungen mit dem Klinometer eine Reihe von Neigungswinkeln gemessen und dabei die folgenden Resultate erhalten:

Neigung der mit Schnee und Eis bedeckten Cotopaxi-Gehänge:

gesehen von Norden, vom Ilaló:

Ostgehänge 32° ; Westgehänge 30°

von Osten, von Valle-vicioso:

Südgehänge 40, 35, 28° ; Nordgehänge 30, 29°

von Süden, von einer Höhe über Baños:

Westgehänge 35, 24° ; Ostgehänge 32°

von Westen, von Tisisie am Iliniza:

Nordgehänge 30, 29° ; Südgehänge 26°

wobei, wenn mehrere Winkel angegeben sind, stets die Neigungen vom Gipfel gegen den unteren Rand des Schneemantels zu aufeinander folgen.

Nun gehen aber diese Messungen keineswegs die steilsten Abstürze am Kegel: denn aus grösseren Entfernungen gesehen werden stets die flacheren Gehänge im Profil sichtbar, während die steileren Abfälle verdeckt werden. Es kommen nahe dem Gipfel vielfach Abhänge von 40 — 45 und wohl auch noch mehr Graden vor. So sind namentlich die vom Süd-, Ost-, West- und Nord-Kraterrand abfallenden Gehänge furchtbar steil und unersteiglich, während die von den Nordwest-, Nordost-, Südost- und Südwest-Ecken des Kraters verlaufenden Rücken geringere Neigungen aufweisen.

Wenn nun auch der Cotopaxi in seinem oberen Theil sehr steil, vielleicht steiler ist als viele der bekannteren vulkanischen Kegel, so nimmt er doch seiner ganzen Form nach keine Ausnahme stelle ein. Um dies zahlenmässig nachzuweisen, habe ich in der folgenden Tabelle die Vertikal- und Horizontal-Dimensionen einiger vulkanischer Berge zusammengestellt und dazu die Höhenwinkel berechnet, unter welchen deren Gipfel, vom Rand der Basis aus, erscheinen.

*Vergleichende Uebersicht
der Grössen- und Neigungsverhältnisse vulkanischer Berge.*

I. Kegelberge.

Berg	Name des Ortes	Basis	Gipfel		horizontale Entfernung	Neigung
		Höhe ü. d. Meer	ü. d. Meer	ü. d. Basis		
Stromboli (N.W.-Seite)	submariner Punkt	— 1830 m	926 m	2756 m	8 km	19°
Fuji-no-yama (Ostseite)	Subashiri	835 „	5745 „	2910 „	11 „	15°
Teyde (Nordseite)	Caleta de S. Marcos	0 „	3711 „	3711 „	15 „	14°
G. Ringgit (Java) (Nordseite)	Petjaru	0 „	1250 „	1250 „	5 „	14°
Pico (Azoren) (Nordseite)	Nordufer	0 „	2320 „	2320 „	9,5 „	13°
Kilimanjaro (Südseite)	oberes Ca- rangalager	1000 „	6010 „	5010 „	25 „	11°
Cotopaxi (Nordseite)	bei Horno- loma	3800 „	5944 „	2144 „	11 „	11°
Merapi (G. Idjen, Java) (Ostseite)	Kapoeran	0 „	2800 „	2800 „	16 „	11°
Vesuv (Westseite)	Torre del Greco	0 „	1300 „	1300 „	7 „	11°
Aetna (Ostseite)	Bronte	759 „	3330 „	2571 „	14,5 „	10 ¹ 1/2°
(Westseite)	Riposto	0 „	3330 „	3330 „	18,5 „	10°

II. Domberge.

Lagoa do Fogo (Azoren) (Südseite)	Südküste	0 m	757 m (Kraterrand)	757 m	3 km	14 ¹ 1/2°
Pahua (Canarien) (Nordseite)	S. Andres	0 „	2356 m (Pico de la Cruz)	2356 „	9,5 „	14°
Seit Citades (Azoren) (Südseite)	Camarinhas	0 „	536 m (Kraterrand)	536 „	3 „	10°

Berg	Basis		Gipfel		horizontale Entfernung	Neigung
	Name des Ortes	Höhe n. d. Meer	n. d. Meer	n. d. Basis		
G. Hjang (Java) (Ostseite)	Thal von Bondoworo	300 m	2773 m (kein Tjing)	2473 m	16 km	9°
Manna Loa (Südseite)	Punalau	0 „	4136 m	4136 „	32 „	71,2°
Fussgebirge des Teyde (Südseite)	Punta Rasca	0 „	2715 „ (Guañara)	2715 „	22 „	7°
G. Lemmonung (Java) (Westseite)	Westflus	400 „	1670 m	1270 „	12 „	6°
G. Idjen (Java) (Nordseite)	Nordflus	0 „	1330 „	1331 „	28,5 „	4°
(Südseite)	älteres Ge- birge	c. 300 m	1200 „	500 „	45 „	1°

Die erste Kolonne giebt den Namen und das Gehänge des Berges, auf welches die folgenden Angaben sich beziehen; dann folgt der Name und die Höhe über dem Meere des am Fuss des Berges gelegenen Punktes; die dritte und vierte Kolonne geben die absolute Höhe des Berges und die Höhe des Gipfels über dem Basispunkt, also die relative Höhe; in der fünften findet sich die horizontale Entfernung des Basispunktes von der vom Gipfel gefällten vertikalen Linie, also in den meisten Fällen der Radius der Basis, auf welcher der Berg aufgebaut ist; zuletzt folgt der aus den vorgehenden Angaben berechnete mittlere Neigungswinkel. Die Horizontal-Entfernungen sowie die berechneten Winkel sind nur in runden Zahlen angegeben, da sie auf absolute Genauigkeit keinen Anspruch machen können.

Die Zahlen der Tabelle sind den folgenden Werken und Karten entnommen und, wo nötig, in Meter umgewandelt: Stromboli, Bergeat, Die äolischen Inseln; Fuji-no-yama, Rein in Petermanns Mittheilungen, 1879, Taf. 19; Tenerife, v. Fritsch, Hartung und Reiss, Tenerife; die javanischen Yulkane, Atlas zu Verbeek et Fencenema, Description géologique de Java et Madoera; Azoren und Palma, englische Admiraltäts-Karten; Kilimandjaro, H. Meyer, Kilimandjaro; Cotopaxi, eigene Messungen; Vesuv, Karte des Instituto topografico militare 1 : 10 000; Aetna, Sartorius-Lasaulx, Etna; Manna Loa, Dutton, Hawaiian Volcanoes.

Die Tabelle zeigt, wie von dem steilen Kegel des Stromboli durch immer flacher werdende Formen die Kegelberge allmähig in die domförmigen Gebirge übergehen. Zur

Vergleichung habe ich einige der vulkanischen Dome mit angeführt, deren Neigungswinkel in weiteren Grenzen variiren, wie die der Kegelberge.

Ein Vergleich des Cotopaxi mit dem Vesuv ergibt, dass beide die gleiche mittlere Neigung besitzen. Dass aber sonst die beiden Vulkanberge in Grösse und Bedeutung wesentlich von einander abweichen, zeigt die folgende Betrachtung: Denkt man sich den Andenkegel, wie er sich auf der 3800 Meter über dem Meere gelegenen Basis darstellt, an Stelle des Vesuvs gesetzt, so würde sein Gipfel ungefähr die anderthalbfache Höhe des italienischen Vulkans erreichen; seine Gehänge würden sich bis fast zum Centralbahnhof in Neapel erstrecken; die Küste bis Torre del Greco würde um etwa 5 Kilometer ins Meer hinaus verschoben sein, und der Punkt, an welchem der genannte Ort liegt, wäre unter 200—300 Meter mächtigen Laven- und Aschenschichten begraben.

Den **Rauminhalt des Cotopaxi** zu berechnen, bietet bedeutende Schwierigkeiten und lässt sich nur mit Hilfe einer Reihe mehr oder weniger willkürlicher Annahmen annähernd ausführen. Da es aber doch von Interesse ist, ungefähr zu wissen, welche Mengen Ausbruchsmaterial zum Aufbau eines solchen Berges nöthig sind, so sollen hier die Annahmen, auf welchen die Rechnung sich stützt, und die erlangten Resultate mitgetheilt werden: Die Grundfläche des Cotopaxi-Kegels umfasst, wie wir oben gesehen haben, 380 Quadratkilometer, der Rauminhalt würde also, bei einer Kegelhöhe von 2144 Meter, etwa 272 Kubikkilometer betragen.

Nun wissen wir aber, dass dieser Kegel ein älteres vulkanisches Gebirge umhüllt, das in seinem höchsten, erhaltenen Gipfel die Höhe von 4900 Meter erreicht. Denkt man sich nun auch den Pleacho als Ueberrest eines dem Fussgebirge aufgesetzten Kegels, etwa wie der Chacana auf dem Fussgebirge des Antisana oder, wohl besser, als einen Felsacken, wie die Gipfelfelsen des Sincholagua und Quilindaña, so muss man doch zugeben, dass das ältere Gebirge, das rings um den Cotopaxi in etwa 3800 Meter Höhe zu Tage tritt, in den jetzt von den neuen Cotopaxi-Ausbruchsmassen bedeckten Theilen sich zu Höhen von über 4000 Meter erhoben hat. Nehme ich nun an, dass die Massen älteren Gesteins, welche sich im Cotopaxi-Kegel über 4000 Meter Höhe erheben, den neuen, tiefer als 4000 Meter gelangten Ausbruchprodukten des Kegels das Gleichgewicht halten, dass also der über einer in 4000 Meter gedachten Basis sich erhebende Kegel die ganze Masse der seit Beginn der Cotopaxi-Ausbrüche um den Ausbruchspunkt angehäuften Laven und Schlacken darstellt, so lässt sich der Rauminhalt annähernd berechnen, wenn man entweder den Neigungswinkel dieses Kegels oder seinen Durchmesser kennt. Da dies nicht der Fall ist, müssen hypothetische Annahmen an die Stelle gemessener Grössen treten. Ich glaube die Neigung des Kegels über 4000 Meter Höhe zu 18 Grad veranschlagen zu dürfen. Darans würde sich eine Basis von 12 Kilometer

Durchmesser, also von 113 Quadratkilometer Flächeninhalt berechnen, über welcher die Kegelspitze noch 1244 Meter sich erheben würde. Der Rauminhalt dieses Kegels würde dann nur noch 73,3 Kubikkilometer betragen.

Haben wir den Rauminhalt des Cotopaxi, so wie sich der Berg den Blicken des Beschauers darstellt, noch einigermaßen zuverlässig bestimmen können, so müssten zur Ermittlung der wirklich von den Ausbrüchen des Kegelberges herrührenden Gesteinsmassen eine Reihe von ziemlich willkürlichen Annahmen gemacht werden, in Folge dessen das Resultat der Berechnung wenig genau und ziemlich unzuverlässig erscheinen muss. Da aber alle Werthe eher zu gering, als zu gross angenommen sind, so dürfte die erlangte Zahl doch insofern Beachtung verdienen, als sie uns den Mindestwerth der bei den Eruptionen des Cotopaxi an die Erdoberfläche geförderten Gesteinsmassen angiebt. Unberücksichtigt sind dabei die Gesteinsmengen geblieben, welche einmal als Aschenwürfe über weite Theile des umgebenden Landes und selbst des Meeres zerstreut wurden, dann aber auch diejenigen, welche durch die Schlammfluthen von den Gehängen des Berges nach den an seinem Fuss sich ausdehnenden Hochthälern geführt wurden. Die Mengen beider entziehen sich jeder Berechnung, selbst jeder Schätzung.

Um einen Vergleich des Cotopaxi mit den europäischen Vulkanen zu ermöglichen, habe ich den Rauminhalt des Vesuvius als Kegel ohne Berücksichtigung der Somma und des Aetna berechnet, d. h., ebenso wie beim Cotopaxi, den Rauminhalt des Kegels, der die gleiche Grundfläche und Höhe besitzt, wie der zu betrachtende Berg, ohne die Unebenheiten des letzteren in Betracht zu ziehen.

Vergleichende Uebersicht des Rauminhaltes:

Name des Berges	B a s i s			Gipfel über Basis	Rauminhalt
	Durchmesser	Fläche	Höhe n. d. M.		
Aetna ¹⁾	40 km	1250 km ²	0 m	3330 m	1363 km ³
Cotopaxi	22 „	380 „	3800 „	2144 „	272 „
„	12 „	113 „	4000 „	1944 „	73 „
Vesuv	14 „	154 „	0 „	1300 „	67 „

Alle Berechnungen, welche angestellt werden, um das Volumen, die Masse eines Lavastromes zu bestimmen, müssen der Natur der Sache nach unsichere und ungenaue Resultate ergeben. Man muss dazu in ziemlich willkürlicher Weise mittlere Werthe für

¹⁾ Herr Professor Giardinai (Note di Geografia Siciliana 1899-1900; Globus. 1901, 8, 19) kommt unter Benützung genauerer Daten zu etwas anderen Resultaten; ich habe die oben stehenden Zahlen beibehalten, da nur dann vergleichbare Grössen gewonnen werden können, wenn für die verschiedenen Berge die gleiche Ausmessungsmethode angewandt wird.

Länge, Breite und Dicke des Lavastromes annehmen. Immerhin bieten solche Berechnungen werthvolles Material zur Beurtheilung und Vergleichung der vulkanischen Ausbrüche, wenn die dazu nöthigen Annahmen mit der gehörigen Vorsicht gemacht werden. Um einen annähernden Begriff von der Menge der bei einem Cotopaxi-Ausbruch ausgetretenen Laven zu geben, will ich die Masse des Manzana-hnaico-Stromes (Westseite des Berges), also der Lava berechnen, welche im Jahre 1853 ergossen wurde. Und zwar wähle ich diesen Strom, weil derselbe zur Zeit meiner Anwesenheit, also im Jahre 1872, völlig schneefrei war und in seiner ganzen Länge begangen werden konnte.

Der Lavastrom floss über den Kraterrand über, doch ist der oberste Theil nicht erhalten, da die Lava an dem steilen Aussenrand des Kraters abrutschte und abbrückelte. Gegenwärtig liegt das obere Ende, also der Anfang des Stromes, in 5559, das untere Ende, in Manzana-hnaico, in 4194 Meter Höhe, sodass also die vertikale Differenz 1365 Meter oder rund 1400 Meter beträgt. Um daraus die wirkliche Länge des Stromes zu berechnen, ist die Annahme eines mittleren Neigungswinkels des Berggehänges nöthig. Im oberen Theil mag der Lavastrom etwa 35° geneigt sein, rasch nimmt jedoch die Steilheit des Kegels ab auf 30 und 20 Grad. In 4627 Meter Höhe hat sich die Lava aufgestaut, stürzt dann, in zwei Arme getheilt, in die Schluchten Manzana- und Pucanaico, auf deren viel weniger geneigten Grund noch eine Strecke von 423 Meter zurücklegend. Nehme ich nun an, dass die mittlere Neigung 28 Grad betrage, so glaube ich der Wahrheit ziemlich nahe zu kommen. Aus dem vertikalen Abstand der beiden Stromenden (1400 Meter) und einer mittleren Neigung des Kegelgehänges von etwa 28° ergibt sich eine wirkliche Stromlänge von rund 3000 Meter.

Nun hat der Strom in 4627 m Meereshöhe eine Breite von etwa 600 Meter; hier fand aber eine Anstauung statt, bedingt durch die den Weg versperrende Scheidewand zwischen den beiden oben genannten Schluchten. Oberhalb dieses Punktes ist der Strom wesentlich schmaler und nimmt an Breite ab, je mehr man sich dem Ausbruchspunkte nähert. Nehme ich nun an, dass der ganze Strom eine mittlere Breite von 300 Meter besitze, dass also auch die beiden, in die Schluchten von Manzana- und Pucanaico abfließenden Arme zusammengenommen nicht mehr als 300 Meter breit sind, so ergibt sich daraus eine Grundfläche von 900 000 Quadratmeter.

Auch für die Mächtigkeit, für die Dicke des Stromes liegen nur Schätzungen vor. Zwar hat derselbe vor der Theilung in zwei Arme eine Höhe über dem umgebenden Gehänge von etwa 60 Meter, doch aber glaube ich, dass eine mittlere Mächtigkeit von 25—30 Meter der Wirklichkeit am besten entsprechen dürfte.

Bei 3000 Meter Länge, 300 Meter Breite und einer Dicke von 25 bis 30 Meter würde das Volumen des Lavastromes $22\frac{1}{2}$ bis 27 Millionen Kubikmeter betragen. Da

alle die vorhergehenden Annahmen eher zu klein, als zu gross sind, kann man das Volumen der im Jahre 1853 ergossenen Lava auf rund 25 Millionen Kubikmeter oder $\frac{1}{10}$ Kubikkilometer veranschlagen.

Nehme ich, nach Abich,¹⁾ das spezifische Gewicht des Andesits des Cotopaxi zu 2,7 an, so ergibt sich das Gewicht des Lavastromes zu 67 500 000 000 (siebenundsechzigtausendfünfhundert Millionen) Kilogramm oder 6 750 000 (sechs Millionen siebenhundert und fünfzigtausend) Tonnen.

Das ist wenig im Vergleich mit den grossen Lavaergüssen auf Island, Hawaii oder am Aetna, entspricht aber ungefähr dem Volumen der grösseren Vesuvströme.

Fast wie eine Spielerei könnte der Versuch erscheinen, nun auch das Alter des Cotopaxi, also die Zeit zu bestimmen, welche nöthig war, um durch Ausbrüche, wie sie heutzutage noch stattfinden, einen Kegel von der Grösse des Cotopaxi aufzubauen. Aber wenn auch die dazu nöthigen Annahmen recht willkürlich sind, so hoffe ich doch, dass einsichtige Leser einen solchen Versuch nachsichtig aufnehmen werden, da das Resultat, so aufrechtbar es auch ist, immerhin einen Anhaltspunkt für die hier in Betracht kommenden Zeiträume giebt.

Nach den oben angestellten Berechnungen hat sich der Rauminhalt des um den Ausbruchspunkt am Cotopaxi angehäuften neuen Materials zu 73 Kubikkilometer ergeben. Der Lavastrom des Jahres 1853, der zu den grössten Strömen des Berges gehört, wurde zu $\frac{1}{40}$ Kubikkilometer gefunden.²⁾ Nehme ich nun an, dass die Asche- und Schlackenauswürfe, welche auf den Abhängen des Kegels bei diesem Ausbruch abgelagert wurden, die Hälfte des Rauminhaltes wie der Lavastrom, also $\frac{1}{80}$ Kubikkilometer, einnahmen, so hat der ganze Ausbruch den Rauminhalt des Kegels um $\frac{3}{80}$ Kubikkilometer vermehrt. Nun haben in der historischen Zeit, also seit der Eroberung Ecuadors durch die Spanier im Jahre 1533, eine grössere Reihe von Eruptionen stattgefunden, bei welchen Lavastrome ergossen wurden, da aber neben wenigen, grossen Ausbrüchen auch eine Anzahl kleinerer verzeichnet werden,³⁾ so kann man wohl annehmen, dass alle zusammen etwa so viel Material zu Tage gefördert haben, wie 10 Ausbrüche von der gleichen Grösse wie der des Jahres 1853. Somit würde die gesammte Menge von fester Lava und losem Auswurfsmaterial $\frac{30}{80}$ oder 0,375 Kubikkilometer betragen, die in dem Zeitraum

¹⁾ Ueber die Natur und Zusammensetzung der vulkanischen Bildungen, S. 56.

²⁾ Nach Herrn Dr. Stübel's Karte ergibt sich die horizontale Entfernung zwischen Anfang und Ende des Stromes zu 4000 Meter; da die vertikale Entfernung zu 1400 Meter gemessen ist, würde sich daraus eine wirkliche Stromlänge von 4231 Meter und eine mittlere Neigung des Kegelabhanges von $19\frac{1}{2}$ Grad berechnen. Nach den von mir angenommenen Zahlen würde die horizontale Entfernung der beiden Stromenden 2633 Meter betragen.

³⁾ Siehe oben die Zusammenstellung der historischen Ausbrüche des Cotopaxi.

von etwa 350 Jahren am Cotopaxi abgelagert wurden. Wir müssen uns auf den genannten Zeitraum beschränken, da wir nur bis in die Mitte der achtziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts Nachrichten über die Thätigkeit des Cotopaxi besitzen. In diesen 350 Jahren hatte der Cotopaxi lange Zeiten der Ruhe neben solchen erhöhter Thätigkeit; 200 Jahre lang, von 1533 bis 1742, schien der Vulkan fast erloschen, dann wiederholten sich, nach bald längeren, bald kürzeren Pausen, grosse und kleine Ausbrüche in unregelmässiger Reihenfolge. Nehme ich nun an, dass in den 350 Jahren, welche die historische Zeit für den Cotopaxi umfassen, der Vulkan eine mittlere Thätigkeit entfaltet habe, dass also für je 350 Jahre 0,735 Kubikkilometer Ausbruchsmaterial um den Ausbruchspunkt abgelagert worden seien, so folgt daraus, dass für den Aufbau des ganzen Kegels 68 400 Jahre nöthig waren. Das ist geologisch gesprochen ein kurzer Zeitraum, immerhin aber zehn Mal so gross wie die historisch beglaubigte Zeit der Geschichte der Menschheit.

Bei der grossen Willkür, welche bei den der Rechnung zu Grunde gelegten Annahmen waltet, scheint es angebracht, auch die Resultate zu kennen, welche bei veränderten Verhältnissen sich ergeben würden. Nimmt man an, dass bei jedem Ausbruch die ausgeworfenen, am Kegel abgelagerten Aschen und Seblacken denselben Rauminhalt haben, wie der ergossene Lavastrom, dass also im Jahre 1853 ¹/₄₀ Kubikkilometer Lava und ¹/₄₀ Kubikkilometer loses Ausbruchsmaterial am Kegel abgelagert wurden, so ergibt sich unter sonst gleichen Annahmen ein Zeitraum von 51 100 Jahren für das Alter des Berges. Nimmt man dagegen an, dass die doppelte Menge feurig-flüssiger Gesteinsmasse bei jedem Ausbruche ausgetreten und der Masse des Berges zugefügt sei, so berechnet sich das Alter des Cotopaxi immer noch zu 34 000 Jahren.

Die zuerst gemachten Annahmen, welche das höchste Alter des Cotopaxi ergeben, scheinen mir das meiste Vertrauen zu verdienen, sind doch bei der Berechnung alle die Verluste unberücksichtigt geblieben, welche der Berg, seitdem sein Gipfel in die ewige Schneeregion aufragt, bei jedem Ausbruch durch die Seblammfluthen erleiden muss. Wären P. Sodiros Annahmen richtig,¹⁾ so würde der Cotopaxi bei jedem Ausbruch mehr Gesteinsmaterial durch die Fluthen verlieren, als der Zuwachs durch die ausgetretene Lava beträgt; der Berg würde sich durch seine Eruptionen selbst aufzehren. Wenn das nun auch nicht der Fall ist, so bewirken die Avenidas doch eine so bedeutende Verzögerung im Anwachsen des Kegels, dass die Zahl der Jahre, welche verflossen sind, seitdem auf dem alten Fnsgebirge die ersten Ausbrüche stattfanden, als deren Endresultat wir den gewaltigen Cotopaxi-Kegel kennen gelernt haben, sehr viel grösser sein muss, als

1) Relacton. p. 21.

oben unsere Rechnung ergeben hat. Erwäge ich alle Verhältnisse, so scheint mir die Annahme von 80 000 bis 100 000 Jahre für das Alter des Cotopaxi als vollständig gerechtfertigt und den Verhältnissen am meisten entsprechend.

Aber dieser Zeitraum ist nur ein kleiner Bruchtheil der Zeit, welche verflossen sein muss, seitdem die vulkanischen Ausbrüche auf dem Hochlande von Ecuador begannen, die aus Schiefer-, Sedimentgesteinen und älteren Eruptivmassen bestehenden Ost- und West-Cordillern zu bedecken. Denn, wie oben ausführlich dargelegt wurde, ruht der Cotopaxi-Kegel auf einem sehr viel älteren vulkanischen Gebirge von grosser Ausdehnung, dessen Bildung nicht nur bereits vollendet war, als die neuen Ausbrüche begannen, das auch, allem Anschein nach, bereits durch die Erosion in seiner Form verändert war. Ziehen wir die Ausdehnung und Mächtigkeit dieses älteren vulkanischen Gebirges in Betracht und versuchen, uns das Alter desselben zu vergegenwärtigen, so gelangen wir zu Zeiträumen, die sich kaum mehr nach Jahren, die sich nur noch nach geologischen Zeitmassen berechnen lassen.¹⁾

Wie weit der Beginn der vulkanischen Formation dieses Theiles der Cordillere zurückreicht, lässt sich auf dem Hochland von Ecuador nicht bestimmen. Die Funde fossiler Säugethiere²⁾ lehren uns nur, dass schon während der unterpleistocänen Zeit grosse vulkanische Berge hier aufgebaut waren.

Die Vulkangebirge Ecuadors im Allgemeinen und der Cotopaxi im Besonderen haben mehrfach in den Hypothesen und Theorien, welche über die Entstehung und den Aufbau vulkanischer Gebirge aufgestellt wurden, eine hervorragende Rolle gespielt. Humboldts glockenförmig aufgetriebene Trachytdome, Boussingaults als Trümmern emporgeschobene Gebirge gehören der Geschichte der Wissenschaft an. Karsten, den Boussingaultschen Anschauungen huldigend, lässt die Vulkangebirge Ecuadors submarin entstehen und erst nach Vollendung ihres Baues gehoben werden. Ebenfalls ganz im Geiste der Kataklysmentheorien hat M. Wagner die Bildung des Cotopaxi sowohl, wie die seines Fussgebirges, die Entstehung der grossen vulkanischen Gebirgszüge, wie die Bildung der die Cordillern durchbrechenden Thäler zu deuten und zu erklären versucht. Der Picacho ist ihm der Ueberrest eines Somma-artigen Walles; die grossen vulkanischen Berge sind in einem Schub entstanden, die Ausbrüche, wie sie heutzutage stattfinden, sind nur schwache Ueberreste der einst gewaltigen vulkanischen Thätigkeit; die interandinen Becken waren mit grossen Seen erfüllt, deren Abflüsse durch die ge-

¹⁾ An einer anderen Stelle habe ich zu zeigen versucht, dass zum Aufbau der vulkanischen Gebirge Ecuadors ein Zeitraum von 1–1½ Million Jahren erforderlich gewesen ist (W. Reiss, Ecuador, 1870–1874; Mineralogisch-petrographische Untersuchungen, Heft I, 1891, S. 52).

²⁾ Branco, Paläontolog. Abhandl., herausgegeben von Dames und Kayser, I, 1883, p. 198.

waltsam aufgesprengten Thäler erfolgte. Die Schlussworte, in welchen Wagner das gesammte Resultat seiner Forschungen auf vulkanologischem Gebiet niederlegt, lauten:

„Dieses schwarze vulkanische Gestein jüngsten Ursprungs, welches der Entstehung glockenförmiger Gerüste der jetzt thätigen Vulkane unmittelbar voranging, spielt in der Aequatorialzone der Cordilleras de los Andes eine höchst bedentliche Rolle. Aus ihm bestehen nicht nur all die jüngsten vulkanischen Durchbrüche und Hügelbauten der Hochebenen von Imbabura, Quito, Latacunga und Riobamba, und die eigenthümlichen Umwallungen einiger Vulkane, z. B. des Tunguragua, sondern auch die Wände der östlichen Spaltenthäler.

„Die von ihnen nur theilweise ausgefüllten grossen Querrisse der östlichen Andenkette öffneten die Stromdurchbrüche, durch welche die einstmaligen Thäler sich entleerten und namentlich die Flüsse Napo und Pastaza als Ausflüsse der Hochebenen entstanden. Ihr Durchbruch . . . war gleichsam der Schlussakt jener geologischen Periode, in welcher die Erdkruste noch in längern Spalten sich öffnete. Die ihr folgende Periode der Erhebung glockenförmiger Berggerüste mit permanenter Verbindung zwischen dem vulkanischen Heerd und der Erdoberfläche durch rauchende Kraterschlünde zeigt, trotz der Stärke einzelner vulkanischer Eruptionen, im Vergleich mit jener älteren Zeit ein abgeschwächtes vulkanisches Leben. Wenn die Riesenkegel thätiger oder erloschener Vulkane einzeln betrachtet als imposante Momente der in der Tiefe waltenden Kräfte gelten können, so müssen sie dem Geologen doch nur als ziemlich kleinliche Bauwerke erscheinen, wenn er sie mit jenen früheren, viel gewaltigeren Wirkungen der unterirdischen Mächte vergleicht, welche statt einzelner Riesenkegel einst grosse Hochgebirgsketten durch die gesprengte Kruste unseres Planeten erhoben.“¹⁾

Herr Dr. Wolf²⁾ denkt sich den Cotopaxi entstanden „durch einfache An- und Aufhäufung der ausgeschleuderten und ausgeflossenen Materialien um den zum vulkanischen Heerde führenden Kanal“. An einer anderen Stelle spricht sich Herr Wolf noch entschiedener aus: „Von vielen unserer grossen Vulkane, z. B. vom Cayambe, Cotacachi, Corazon, Iliniza, Chimborazo etc. haben wir gar keine Tradition von Ausbrüchen, und doch sind sie wie die thätigen Vulkane und durch dieselben Kräfte im Verlauf der Jahrtausende aufgebaut worden.“³⁾

Im Jahre 1897 veröffentlichte Herr Dr. Stübel⁴⁾ seine, an die Anschauungen A. v. Humboldts und Wagners sich eng anschliessende Hypothese der monogenen Vul-

¹⁾ Reisen im tropischen Amerika. S. 532, 533.

²⁾ N. Jahrb. f. Mineral., 1878, S. 121.

³⁾ Ebenda. 1875, S. 155.

⁴⁾ Die Vulkanberge von Ecuador. 1897.

kane. Danach soll der Cotopaxi gleichsam auf einen Schub entstanden und ein unendlich langer Zeitraum der Ruhe zwischen der Vollendung des Baues und den Ausbrüchen, welche die Lavenströme lieferten, verstrichen sein. Nach Herrn Dr. Stübel's Annahme würden die vulkanischen Kräfte, wie wir sie heute wirksam sehen, nicht hinreichen, einen Kegelberg, wie den Cotopaxi, aufzubauen.¹⁾ Auch Dr. Stübel hält den Picacho für den Ueberrest eines Somma-artigen Banes²⁾ und die interandinen Einsenkungen für alte Seebecken.³⁾

Anschliessend an die theoretischen Betrachtungen meiner Vorgänger, will auch ich es versuchen, die Entstehung und Entwicklung des Cotopaxi zu schildern, wie sie auf Grund 26tägiger Beobachtung an Ort und Stelle und der darauf sich gründenden Schlussfolgerungen als möglich und wahrscheinlich erscheint. Ich muss dabei zurückgreifen auf das Fussgebirge und seine Umgebung, auf die Gefahr hin, bereits Gesagtes zu wiederholen.

Der Cotopaxi erhebt sich auf einem alten Gebiet vulkanischer Thätigkeit. Seine Grundlage bildet ein ungefähr 30 Kilometer im Durchmesser messendes vulkanisches Gebirge, das, aus zwei verschiedenen vulkanischen Gesteinsformationen sich zusammensetzend, wohl unmittelbar den alten Schiefergesteinen der Ostcordillere aufgelagert ist. Ich habe dieses Gebirge, welches jetzt zum grössten Theil durch neuere Ausbruchsmassen bedeckt wird, als „Fussgebirge des Cotopaxi“ bezeichnet. Saure Laven der Andesitreihe (Biotit-Andesite) treten in mächtigen Tuff- und Bimssteinablagerungen sowohl im Nord- wie im Südtheil des Gebirges auf, während pseudoparallel gelagerte Lavaströme des basischen Angit-Andesits an der Ost- und Westseite aufgeschlossen sind. Welche Gestalt das Fussgebirge ursprünglich hatte, lässt sich, wie bereits oben gezeigt, nicht mehr bestimmen, nur so viel scheint sicher, dass die höchsten Gipfel Höhen von 5000 Meter und wohl mehr erreicht haben, denn bis nahe zu dieser Höhe ragt der aus Schlackenagglomeraten bestehende alte Felszacken des Picacho empor. Der aus Hornblende- und Angit-Andesiten bestehende Felszacken lehrt uns auch, dass das alte Gebirge bereits weitgehender Zerstörung anheimgefallen war, ehe es durch die neuen Ausbruchsmassen überdeckt wurde. Die Lagerung der Angit-Andesitlaven mit den sie trennenden Schlackenkrusten und Lapillischichten lässt keinen Zweifel darüber, dass auch dieses alte Gebirge durch Ausbrüche aufgebaut wurde, wie wir sie heute noch an den thätigen Vulkanen der Erde beobachten können. So übereinstimmend mit den Ablagerungen der heutigen Vulkane sind diese meist mit flacher Neigung übereinander gehäuften Lavabänke, so

¹⁾ Vulkanberge, S. 152, 153.

²⁾ Ebenda, S. 154.

³⁾ Ebenda, S. 187.

regelmässig fallen sie vom Centrum des Gebirgsstockes nach aussen, dass es im Einzel-falle sehr schwer ist, die alten Laven von den vom Cotopaxi-Kegel stammenden Strömen zu unterscheiden, wo beide in den tiefen Wasserrissen neben- und übereinander aufgeschossen sind. Auf diesem vulkanischen Gebirge, das eine mittlere Höhe von etwa 4000 Meter gehabt zu haben scheint, wurden durch fortgesetzt wiederholte Anbrüche neue vulkanische Berge aufgeworfen, Berge, welche in jedem anderen Lande der Welt die Aufmerksamkeit in hohem Maasse auf sich ziehen würden, die hier aber, in der Nähe der hoch in die ewige Schneeregion aufragenden Vulkanriesen, nur als Grössen zweiten oder dritten Ranges erscheinen. Am Nordrand des Fussgebirges bante sich der Sincholagua (4988 m) auf; der Nordwest- und zum Theil der Westrand verschwanden unter den neuen Anbruchsmassen des Pasochoa (4255 m) und Rumiñahui (4757 m). Während nun aber der Sincholagua sich als ein bereits durch die Erosion stark angegriffenes vulkanisches Gebilde darstellt, weisen Pasochoa und Rumiñahui noch frische Formen auf, wenn auch ihre Krater bereits durch tief einschneidende Schluchten entwässert werden und zu Calderas umgewandelt sind.

Im Mittelpunkt des Fussgebirges fanden die Anbrüche statt, durch welche nach und nach der gewaltige Kegel des Cotopaxi aufgebaut werden sollte. Wie die Anfänge des Cotopaxi sich gestalteten, lässt sich nicht mehr erkennen; nur so viel können wir als sicher annehmen, dass die neuen Ausbruchsmassen anfangs die Unebenheiten des alten Gebirges ausgleichen mussten: die alten Thäler wurden ausgefüllt, die Scheidewände derselben nach und nach überfluthet, bis dann in immer mächtigerer Gestalt der Kegel des Cotopaxi über dem alten Grundgebirge aufgebaut wurde. Heute bedeckt derselbe den ganzen centralen Theil des älteren Unterbaues; die neuen Laven und Aschenfelder dehnen sich wie ein Alles verhüllender Mantel in weitem Umkreis aus, sodass nur noch die letzten Rücken, die äussersten Theile des Fussgebirges sichtbar sind. Einzig und allein der Picacho, der Ueberrest eines der höchsten Gipfel des Fussgebirges, unterbricht auf der Südseite die Gleichmässigkeit des Kegelabhanges.

Es scheint, als ob von Anfang an, wenn nicht alle, so doch bei Weitem die meisten Ausbrüche des Cotopaxi aus dem Gipfelkrater erfolgten: Keine Schlackenkegel seitlicher Ausbrüche, keine wulstförmigen Ausbruchspunkte zähflüssiger Lava stören die regelmässige Form des steilen Kegels. Lavenströme sind über Lavenströme gehäuft, die, getrennt durch dünne Schlackenkrusten, in pseudoparalleler Lagerung dem Gehänge des Berges folgen. Der Cotopaxi ist, wie schon gesagt, ein Lavakegel, in dessen Bau Tuff- und Lapillischichten eine mehr untergeordnete Rolle spielen; Schlackenagglomerate, die im Fussgebirge häufiger auftreten, scheinen gänzlich zu fehlen. Dem widerspricht auch nicht die Thatsache, dass bei der letzten Eruption, im Jahre 1877, mächtige Schlacken-

agglomerate gebildet wurden; denn diese losen Schlackenanhäufungen sind durch die Schlammfluthen in die Thalschluchten znsammengeschwemmt worden, liegen also auf dem Wege, welchen bei zukünftigen Ausbrüchen die durch die Schneeschmelze verursachten Fluthen nehmen müssen. Die nächste Avenida wird diese lose aufeinander liegenden, bimssteinleichten Blöcke hinwegschwemmen und auf dem flachen Lande am Fuss des Berges ausbreiten, sodass am Kegel selbst keine Spur dieser Ablagerungen erhalten bleiben wird.

In eine ganz neue Phase seiner Entwicklung muss der Cotopaxi-Kegel eingetreten sein, als sein Gipfel die untere Grenze der ewigen Schneeregion überschritt, denn damit begannen die Wasser- und Schlammfluthen eine grosse Rolle in der Geschichte des Vulkanen zu spielen.

Mit dem Anwachsen in die Höhe musste auch eine Zunahme der Breite, des Umfanges des Berges, Hand in Hand gehen; an die steilen Böschungen der den Kraterand znnächst umgebenden Kegeltheile mussten die, durch am Fuss des Berges sich anstauende Laven, allmählig flacher verlaufenden Gehänge in schön geschwungener Kurve sich anschliessen, die ganz allmählig in die Oberflächenformen des älteren Unterbaues übergehen.

Der Alles überragende Cotopaxi mit seinem Fussgebirge und den ihn umgebenden Vulkanbergen: Sincholagua, Pasochoa und Rumiñahui bilden ein in sich abgeschlossenes zusammengehöriges Ganzes, das aber gegen Norden, Osten und Süden so mit den anstossenden vulkanischen Gebieten zusammenhängt, dass es doch nur als ein zwar scharf gegliederter und individualisirter Theil der grossen vulkanischen Bildungen gelten kann, welche in der Republik Ecuador der Ostcordillere vor- und aufgelagert sind.

Der ganze Complex in seiner sowohl der Zeit wie dem Raume nach mannigfachen Gliederung ist einfach durch Aufschüttung entstanden, das heisst durch vielfach wiederholte vulkanische Ausbrüche, von welchen jeder einzelne genau in derselben Weise verlief, wie wir dies an den heutigen Tages noch thätigen Vulkanen beobachten können.

Ist schon gegenwärtig der Bau der mit dem Cotopaxi zu einer Gebirgsmasse verbundenen vulkanischen Ausbruchspunkte ein sehr complicirter, so wird dies sich noch steigern, wenn die Ausbrüche, wie bisher, auch fernerhin stattfinden werden. Denken wir uns, dass im Laufe der Zeiten der Cotopaxi-Kegel durch fortgesetzte Ausbrüche seine Höhe verdoppeln sollte, dann muss die Breite in noch viel grösserem Maasse zunehmen, da eine Erhöhung des Kegels nur sehr allmählig geschehen kann, nachdem für den steil aufragenden oberen Theil eine entsprechende Unterlage geschaffen ist. Der Durchmesser der Basis, auf welcher der Kegel ruht, wird also beträchtlich anwachsen müssen. Die Gehänge werden sich gegen Süden nach dem Thal von Baños ausdehnen, den Morro und einen Theil der Cordillere de Pansache bedecken, gegen Osten in das

Valle vicioso übergreifen und eine Verbindung mit dem Quilindaha herbeiführen; gegen Westen werden die Lavenströme den nördlichen Theil der Mulde von Latacunga ausfüllen und wohl bis zur Westcordillere sich erstrecken. Die wichtigsten Veränderungen werden aber auf der Nordwest- und Nordseite eintreten. Dort werden die Laven des Cotopaxi die, zwischen Cotopaxi und Rumiñahui einerseits und Cotopaxi—Sincolagua andererseits bestehenden, intercollinen Räume ausfüllen, indem sie sich an den Abhängen der beiden genannten, vorgelagerten Berge aufstauen.

Schliesslich werden auch diese Hindernisse überfluthet werden: Die Laven des Cotopaxi werden sich in die Calderas der beiden Berge ergiessen, diese ausfüllen und, selbst die West- und Nordabhänge der genannten Berge bedeckend, nach den Champi-Bergen hin sich ergiessen und in die Mulde von Quito, in das Chillo-Thal, vordringen. Man kann sich, in Gedanken, vorstellen, dass ein so gewaltiger Kegel, wie übergestülpt, die benachbarten Berge unter seinen Gehängen begräbt. Dann werden schliesslich die höchsten Gipfel des Sincolagua und des Rumiñahui, die bereits lange Zeiträume der Wirkung der Erosion angesetzt waren und schon zu einzelnen Felszacken reducirt sind, aus den gleichmässigen Abhängen des zu riesenhaften Dimensionen aufgebauten Cotopaxi-Kegels hervorragen, wie dies heute beim höchsten Zacken des Fussgebirges, beim Picocho der Fall ist, und dann kann leicht der Glauben entstehen, dass diese Felszacken die Ueberreste einer ungeheuren Umwallung, eines Somma-artigen Kraters seien, aus dessen Mitte der Cotopaxi angestiegen ist, während es doch in Wirklichkeit die Gipfel bedeutender, selbständiger vulkanischer Berge sind, die unter Cotopaxi-Laven begraben wurden.

Gehen wir in Gedanken noch einen Schritt weiter, stellen wir uns vor, dass, nachdem der Cotopaxi sich zu dem Riesengebirge entwickelt hat, das unter seinem Kegelmantel den Sincolagua, den Rumiñahui und den Pasochoa begraben hält, die vulkanische Thätigkeit hier erlischt und nur noch die abtragenden Wirkungen der Atmosphären und der Erosion in Wirksamkeit bleiben, dann wird, allerdings nach langen, langen Zeiträumen, ein Moment kommen, in welchem durch die Einwirkung der Gewässer das gewaltige Gebirge in den Zustand einer Ruine übergeführt sein wird. Tiefe Thäler, deren Quellgebiete nur durch niedere Einsattelungen von einander getrennt sind, werden das einst zusammenhängende Gebirge in einzelne, scheinbar selbständige Rücken und Höhenzüge zerlegen; hie und da werden widerstandsfähige Massen als kegelförmige Erbhöhen anfragen; langgestreckte Plateaus werden an ihrer Oberfläche durch scheinbar horizontal gelagerte Lavaschichten begrenzt werden; im Grunde der weiten Thäler werden gewaltige Schuttmassen abgelagert sein, und in ihren Seitenwänden wird ein Durcheinander von oft steil gegeneinander geneigten, oft stumpf aneinander stossenden

Schichten sich dem Auge darbieten, das zu entwirren kaum gelingen dürfte. Der Zukunftsgeologe, dem die Mappirung dieses Distriktes dereinst zufallen sollte, dürfte kaum der Versuchung entgehen, Kataklysmen zur Erklärung der räthselhaften Lagerungsverhältnisse zu Hülfe zu rufen. Wir, die wir heute ein grosses Vulkangebirge untersuchen, befinden uns gegenüber den seit der Diluvialzeit oder vielleicht von noch früher her durch allmälige Ausbrüche übereinander gehäuften und abgelagerten vulkanischen Massen genau in demselben Verhältniss, wie der oben vorausgesetzte Zukunftsgeologe gegenüber den von heute bis zu jener Zukunftsepoche vor sich gehenden Veränderungen. Wir können nur dann hoffen, eine richtige Erklärung der uns vorliegenden Verhältnisse zu erlangen, wenn wir stets im Auge behalten, dass, wie zur Ablagerung sedimentärer Formationen, so auch zur Bildung eruptiver Gesteinsablagerungen nicht Jahrhunderte oder Jahrtausende genügen, dass wir für beide geologische Perioden in Anspruch nehmen müssen, Zeiträume, die für uns Menschen unermesslich scheinen, die aber doch nur kleine Bruchtheile der Entwicklungsgeschichte des Erdballs umfassen. Dass, trotz dem entgegenwirkenden Einfluss der Erosion, in solchen Zeiträumen vulkanische Gebilde von 4 bis 5 Tausend Meter und mehr Mächtigkeit durch Ausbrüche, wie wir sie heute an den thätigen Vulkanen der Erde beobachten, entstehen können, dürfte ebenso wenig zweifelhaft erscheinen, wie die Thatsache, dass durch Aufschüttung bei veränderlichem Eruptionscentrum und durch Uebereinanderhäufung vulkanischer Gebilde alle jene Gebirgsformen entstehen können, deren Formenreichtum dem Geologen oft schwer zu enträthselnde Aufgaben stellt. Und dass die Ausbruchspunkte, dass die Eruptionscentren wandern, dass sie ihren Ort verändern, dafür ist der hier besprochene Vulkancomplex ein vortreffliches Beispiel: beim Fussgebirge erscheinen die Hauptausbruchspunkte an der Südseite des Gebirges, in der Nähe des Picacho gelegen zu haben; dann baute sich am Nordrand des Fussgebirges der Sincholagua auf, nach dessen Erlöschen die vulkanische Thätigkeit sich neue Wege am Westrand des Fussgebirges öffnete, über welchen Pasochoa und Rumifahui sich erhoben; gegenwärtig finden die Ausbrüche wieder nahe dem centralen Theil des Fussgebirges statt, das Eruptionscentrum ist also wieder nahe auf seinen ursprünglichen Platz zurückversetzt. Was am Aetna durch unzählige Seitenansbrüche sich vollzieht, der Aufbau eines grossen vulkanischen Gebirges, das wird durch wenige, aber in viel grösserem Maassstab stattfindende Ansbruchsreihen am Coto-paxi erreicht. Wie gewaltige Pfeiler eines im Ban begriffenen Riesenwerkes, deren Vereinigung durch eine Alles überragende Kuppel bevorsteht, erheben sich, randlich dem Fussgebirge aufgesetzt, der Sincholagua, der Rumifahui, der Pasochoa und der Quillindana, über welche mächtig der Kegel des Coto-paxi aufragt, der in seinem Weiterbau alle die einzelnen Theile zu einem grossen Ganzen vereinigen kann.

Als Anhang füge ich hier eine *Litteratur-Uebersicht* bei, in der ich, neben den die Originalbeobachtungen enthaltenden Werken, auch eine Reihe von Compilationen aufgenommen habe. Die Originalarbeiten sind oft nicht leicht zugänglich, und manche der Zusammenstellungen zweiter Hand bieten gute Uebersichten; dann aber war es namentlich die Rücksicht auf die Abbildungen, welche mich zu diesem Verfahren veranlasste. Bis in die Mitte der fünfziger Jahre herrschte A. v. Humboldts Abbildung des Cotopaxi unumschränkt in allen Lehrbüchern der Geologie und der Vulkankunde. Dann wurden Zweifel an der Richtigkeit dieser Darstellungen laut, hervorgerufen durch Photographien des Berges, welche um diese Zeit in einzelnen Exemplaren nach Europa und Nordamerika kamen. Doch waren diese Bilder zu klein, um mehr als den Umriss des Berges geben zu können. Erst mit den von Herrn Stübel aufgenommenen Zeichnungen und den unter Herrn Stübels Leitung angefertigten Bildern des quitenischen Malers Herrn Troya wurden richtige Abbildungen des so berühmten Vulkans allgemeiner bekannt. Herrn Stübels Zeichnungen sind nicht publicirt, wohl aber allgemein zugänglich im Grassi-Museum in Leipzig ausgestellt. Mehrfach sind Nachbildungen derselben erschienen, und es schien mir wünschenswerth, auf die besseren derselben hinzuweisen. Das schlechte Wetter, welches Herrn Whympfer auf seiner Reise in Ecuador verfolgt zu haben scheint, ist wohl Schuld, dass wir in seinem Werke vom ganzen Kegel nur einen Schattenriss finden. Es ist dies um so mehr zu bedauern, als Herr Whympfer glänzende Beweise seiner Fähigkeit gegeben hat, mit Hülfe photographischer Aufnahmen und Handzeichnungen, naturgetreue Bilder grossartiger Bergscenerien zu liefern. Noch immer fehlt uns vom Cotopaxi eine durch die Photographie controlirte Abbildung, in der die Neigungswinkel des Berges richtig angegeben sind; denn selbst der gewissenhafteste Zeichner wird solchen, steil in die Atmosphäre aufragenden Kegeln gegenüber leicht dazu verleitet, dem sinnlichen Eindruck folgend, die Höhe des Berges und damit die Steilheit der Gehänge zu übertreiben.

Da die meisten der Originalberichte oft spät, meist jahrelang nach der Zeit, auf welche sich die Beobachtungen beziehen, veröffentlicht wurden, lasse ich hier in chronologischer Reihenfolge die Namen der Reisenden folgen, deren Arbeiten wir unsere Kenntniss des Cotopaxi und seiner Eruptionen verdanken:

Bonguer, La Condamine	} 1738—1742.
Juan, Ulloa	
v. Humboldt, 1802.	
Hall, 1831.	
Bonssingault, 1831.	
Karsten, 1853.	

Wagner, 1858.
 Stübel, 1872.
 Reiss, 1873.
 Stübel, 1873.
 Sodiro, 1877.
 Wolf, 1877.
 v. Thielmann, 1878.
 Whympfer, 1880.

Rein mineralogische und petrographische Arbeiten sind in das Verzeichniss nicht aufgenommen, da dieselben in dem Text der sich anschliessenden Arbeit des Herrn Young Erwähnung finden werden.

*Uebersicht der auf den Cotopaxi und seine Ausbrüche
 bezüglichen Literatur.*

- P. BOUGUER: *Relation abrégée du Voyage fait en l'Yrou par Messieurs de l'Académie Royale des Sciences, pour mesurer les Degrés du Méridien aux environs de l'Equateur, et en conclure la Figure de la Terre. Histoire de l'Académie Royale des Sciences. Année MDCCXLIV avec les Mémoires de Mathématique et de Physique pour la même Année. 1748. p. 249.*
- J. JUAN y A. de ULLOA: *Relacion histórica del Viaje à la América meridional. Fraxera Parle. 1748. p. 478. 568. 571—573. Lamina XIV, Fig. 1 (originelle Darstellung des Cotopaxi während eines Ausbruchs).*
- „ *Observaciones astronómicas, y físicas hechas de Orden de S. Mag. en los Reynos del Perú por . . . , de las quales se deduce la Figura, y Magnitud de la Tierra, y se aplica à la Navegacion. 1748, p. 129, 130, 249.*
- P. BOUGUER: *La Figure de la Terre, 1749, p. LXV—LXXI. 124. Tafel p. CX.*
- CH. M. de la CONDAMINE: *Journal du Voyage fait par Ordre du Roi à l'Equateur, 1731, p. 156—159.*
- „ *Mesure des trois premiers degrés du Méridien dans l'hémisphère austral, 1731, p. 56.*
- J. de VELASCO: *Historia del Reino de Quito, 1789, T. I. p. 9, T. III, p. 80—83 der im Jahre 1841—44 in Quito veröffentlichten Ausgabe.*
- A. von HUMBOLDT und A. BONPLAND: *Ideen zu einer Geographie der Pflanzen, nebst einem Naturgemälde der Tropenländer, 1807, S. 51 und Anm. (Durchmesser des Kraters.)*
- A. von HUMBOLDT: *Vues des Cordillères et Monuments des Peuples indigènes de l'Amérique, 1810, p. 41—47, pl. 10 (schlechte Abbildung des Berges).*
- „ *Umrisse von Vulkanen aus den Cordilleren von Quito und Mexico, 1853, Taf. 6 (dieselbe Abbild. verkleinert).*
- „ *Kleinere Schriften, 1853, S. 172, 462—463.*
- F. HALL: *Excursions in the neighbourhood of Quito and towards the Summit of Chimborazo, in 1831, The Journal of Botany being a second series of the Botanical Miscellany; by W. J. Hooker. I, 1834, p. 327.*
- „ *Reisen auf die Hochpfeile des quitoaischen Andenzuges. Ausland, 1838, No. 14.*
- A. BOUSSINGAULT: *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences, Paris, XII, 1841, p. 476 (Schneegeizze).*

- H. KARSTEN: *Die geognostischen Verhältnisse Neu-Granadas. Aus den Verhandlungen der Versammlung deutscher Naturforscher in Wiesbaden 1856, S. 92—94. Französisch (erweitert): Géologie de l'ancienne Colombie Bolivarienne, Vénézuéla, Nouvelle-Grenade et Ecuador, 1866, p. 42—44.*
Ueber die Vulkane der Anden. Vortrag, gehalten im Verein für wissenschaftliche Vorträge. Berlin 1857, S. 17—19.
- A. VON HUMBOLDT: *Kosmos IV, 1838, S. 362—366, 573—577.*
- M. VILLAVICENCIO: *Geografía de la República del Ecuador, 1858, p. 45—48. Abbild. p. 48 (zu steil).*
- M. WAGNER: *Studien und Erinnerungen aus den Anden von Ecuador. I. Der Vulkan Cotopaxi und seine Umgebungen. Ausland 1866, S. 625—630, 651—658. (S. 625 rohe Abb. nach einer von Dr. Wiaslaw im Jahre 1864 aufgenommenen Photographie. Der Text in „Naturw. Reisen“ wörtlich wiederholt.)*
- F. SARRADE: *Viaje del Gobernador de la Provincia de Leon Dr. Felipe Sarrade a la Cima del Cotopaxi, en 20 de Setiembre de 1869. Quito, o. J.⁴⁾*
- M. WAGNER: *Naturwissenschaftliche Reisen im tropischen Amerika, 1870, S. 493—522.*
- W. REISS: *Carta del Dr. W. Reiss a S. E. el Presidente de la República sobre sus Viajes a las Montañas del Iñitiza y Corazon y en especial sobre su Ascension al Cotopaxi. „El Nacional“, Quito 1873. Deutsch: Z. d. d. geol. Ges., 1873, S. 71—93.*
- W. REISS y A. STÜBEL: *Alturas tomadas en la República del Ecuador en los Años de 1872 y 1873; 1873, p. 23—25.*
- A. STÜBEL: *Carta del Dr. A. Stübel a S. E. el Presidente de la República sobre sus Viajes a las Montañas Chimborazo, Altar etc. y en especial sobre sus Ascensiones al Tunguragua y Cotopaxi. „El Nacional“, 1873. Deutsch in: Geol. Zeitschrift f. d. gesam. Naturwissenschaften XLII, 1873, S. 476 ff.; erweitert in: A. Stübel, *Die Vulkanberge von Ecuador, 1897, S. 319—344.**
- TH. WOLF: *Crónica de los Fenómenos volcánicos y Terremotos en el Ecuador, Quito 1873. Deutsch: N. J. f. Min., Geol. und Pal., 1875, S. 152—170, 449—472, 561—581.*
- H. KARSTEN: *Ueber Lavaströme des Tunguragua und Cotopaxi. Z. d. d. geol. Ges., 1873, S. 568—574.*
- W. REISS: *Ueber die Lavaströme des Cotopaxi und des Tunguragua. Z. d. d. geol. Ges., 1874, S. 907—927.*
- J. ORTON: *The Andes and the Amazon; or across the continent of South America. 3. Edition, 1876, p. 55, 125, 146—149, 574—579; schlechte Umrissskizzen S. 123.*
- L. SODIRO, S. J.: *Relacion sobre la Erupcion del Cotopaxi ocurrida el día 26 de Junio de 1877. Quito 1877.*
- TH. WOLF: *Ausbruch des Cotopaxi am 25. u. 26. Juni 1877. Z. d. d. geol. Gesellsch., 1877, S. 594—597.*
„Carta a S. E. el Jefe supremo de la República sobre su Viaje al Cotopaxi. „El Echo de Setiembre“ Guayaquil 1877. Deutsch und erweitert: N. J. f. M., Geol. und Pal., 1878, S. 113—167, Taf. II und III. (Gute Karte, die Abb. etwas zu steil.)
- L. DRESSSEL: *Die Vulkane Ecuadors nach der jüngste Ausbruch des Cotopaxi. Stimmen von Maria Laach, XIII, 1877.*
- H. W. BATES: *Central America, the West Indies and South America. 1878, Abb. p. 214 (nach Wagner-Windsturm).*
- Dr. EGAS: *Ausbruch des Cotopaxi, 23. August 1878, Verh. d. Gesell. f. Erdkunde zu Berlin, 1878, No. 7 und 8.*
- A. MARTINEZ: *Ausbruch des Cotopaxi, 23. August 1878, N. J. f. M., Geol. und Pal., 1879, S. 57—58.*
- M. v. THIELMANN: *Vier Wege durch America, 1879, S. 437—465. (Gute Abb. der Nordseite des Berges nach Stübel, S. 444.)*
- J. KOLBERG: *Nach Ecuador, 3. Aufl., 1895, S. 483—512. (S. 484 und 485 finden sich die Abbildungen von Villavencio und Wolf reproduirt.)*

⁴⁾ Schilderung eines Spalerrittes an den unteren Gehängen des Cotopaxi. Herrn Dr. Wolf verdanke ich die Kenntnis dieser gewiss nur noch in wenigen Exemplaren vorhandenen Druckschrift.

- A. STÜBEL: *Skizzen aus Ecuador*,¹⁾ 1866, Abb. 8, 64, 68, 69, 70.
 TH. WOLF: *Geografía y Geología del Ecuador*, 1892, p. 358—361, 643—647, Abb. p. 76 von N. gesehen, p. 81 nach Stübel (etwas zu steil).
 E. WHYMPEK: *Travels amongst the Great Andes of the Equator*, 1892, p. 120—130, 136—156. (Mehrere gute Abb.; gute Gesamtansicht p. 124.)
 E. RECLUS: *Nouvelle Géographie universelle*, T. XVIII. 1893, p. 416. (Abb. nach Stübels Skizzen aus Ecuador.)
 W. SIEVERS: *Amerika. Eine allgemeine Landeskunde*. In Gemeinschaft mit Dr. E. Deckert u. Prof. Dr. W. Kukenthal, 1894, S. 131. (Gute Farbendruckabbildung nach Troys-Stübel vom Abhang des Rumiñahui bei Limpiopungu aus, also von etwa 4000 m und nicht wie die Unterschrift sagt von 3500 m Höhe aus, aufgenommen. Siehe oben die Anm. zu Stübel. Skizzen aus Ecuador.)
 LEIPZIGER ILLUSTRIERTE ZEITUNG, Bd. 103, 1894, II, S. 206 (Abb. nach A. Stübel).
 A. STÜBEL: *Die Vulkanberge von Ecuador*, 1897, S. 150—164 (für Bild No. 72, S. 156, siehe die Bemerkungen zu A. Stübel: Skizzen aus Ecuador).
 TH. WOLF in A. Stübel: *Die Vulkanberge von Ecuador*, S. 429.

Quilindaña (4919 m).

Lage und Umgebung. Wie der Sincholagua im Norden, so ist der Quilindaña dem Cotopaxi im Südosten vorgelagert; er bildet einen Theil der grossen Vulkangruppe, als deren Unterlage das Fussgebirge des Cotopaxi gelten muss, deren einzelne Ausbruchsgelände wir im Paschocha, Rumiñahui, Sincholagua und dem alles überragenden, heute noch thätigen Cotopaxikegel kennen gelernt haben. Man kann aber wohl kaum sagen, dass der Quilindaña dem Fussgebirge des Cotopaxi aufgesetzt sei, eher ist er demselben an der Südost-Seite angelagert; denn die steilen Abstürze und die langgezogenen Ausläufer des Fussgebirges begrenzen die Einsenkung, in welcher der von den Gewässern schon stark zerstörte vulkanische Ban des Quilindaña sich erhebt.

Höchst eigenartig ist das Bild, welches der Berg mit seiner Umgebung gewährt. Eine weite Einsenkung oder Mulde wird ringsum von über 4000 bis 4300 Meter hohen Bergzügen begrenzt; den Westabschluss bildet der 5944 m hohe Kegel des Cotopaxi, gegen Osten schliessen die scharfgezackten, im Sonnenlicht wie Schneeberge glänzenden Schiefergrate der Carrera nueva die Einsenkung ab, deren Grund von West nach Ost von 3900 Meter auf 3600 Meter sich senkt. Im Gegensatz zu den schroffen Formen

¹⁾ Bei Abb. No. 43 (S. 69) und bei No. 44 (S. 70) muss „West“ statt „Ost“ stehen; bei No. 43 (S. 70) liegt der Standpunkt, von welchem das Bild aufgenommen, in ca. 1000 m Höhe; Höhen und Namen in der erklärenden Unterschrift dieser Abbildung sind fast alle falsch. Der kleine See von Limpiopungu liegt in 3888 m Höhe, weitere Berichtigungen wären ohne eine neue Abbildung unverständlich sein. Die Fehler und Irrthümer sind in der neuen Beschreibung (Vulkanberge, S. 156, 157, Bild 72) nur theilweise berichtigt.

der alten Gesteinsformation stehen die fast ganz mit Grasnarbe bedeckten Abhänge der vulkanischen Höhenzüge, die einerseits, im Norden, vom Sincholagua nach den Schieferbergen des Cubillan sich erstrecken, andererseits, im Süden, als Ansläufer der Ost-Cordillere von Latacunga sich darstellen. In der weiten Einsenkung, die im Westen völlig abgeschlossen, gegen Osten durch zwei enge, in die Schieferberge eingeschnittene Täler, durch den Rio del Valle-vicioso auf der Nordseite und den Rio de Chalupas auf der Südseite, entwässert wird, erhebt sich von West nach Ost langgestreckt, völlig isolirt, der wild zerrissene Quilindaña, dessen höchste Felszacke 4919 m, also fast genau die Höhe des Picacho del Cotopaxi erreicht.

Veränderung der Flussläufe. Die Lage des Quilindaña in seiner Beziehung zu den umgebenden Bergen erinnert an den mitten im Thal des Rio Toache aufgeworfenen Kegel des Quilotoa. Nur sperrt letzterer das Thal quer ab, während hier der neue Vulkanbau die Thaleinsenkung der Länge nach durchzieht, sie also gewissermassen in zwei Thäler zertheilt. So scheint es, doch müssen die beiden Thäler schon vor der Entstehung der vulkanischen Berge vorhanden gewesen sein, denn jedes derselben hat seine Fortsetzung in einer nach Osten verlaufenden Schlucht, die, tief in die Schieferberge einschneidend, die hohen Berge der Carrera nueva durchbrechen. Der Quilindaña hat also nicht eine weite Thaleinsenkung der alten Cordillera in zwei Theile zerlegt, sondern der Berg ist durch vulkanische Ausbrüche auf der Scheidewand zweier alter Thäler aufgebaut worden. Er sitzt rittlings auf einem, wahrscheinlich aus Schiefergesteinen bestehenden Grat, der jetzt vollständig unter den neuen Anbruchmassen begraben liegt. Und wie die Scheidewand, so wurde auch der Grund der Thäler durch die vom Quilindaña ausgehenden Laven und Auswurfsmaterialien bedeckt, allmählich ausgefüllt und erhöht. An der Stelle enger Schluchten sehen wir jetzt zwei weite Thalgründe, in welche die Bäche von Neuem ihr Bett einzuschneiden beginnen. Die Bäche, deren Quellen heute im Cotopaxi-Massiv liegen, müssen auch schon vor der Bildung dieser, die beiden Thäler im Osten abschliessenden Gebirgsgruppe, weiter westwärts ihren Ursprung gehabt haben. Die Thaleinsenkungen mussten weit eingreifen in die interandinen Mulden und mehr oder weniger grosse Gebiete derselben entwässern. An der Stelle, an welcher heute einer der höchsten Gipfel Ecuadors sich erhebt, muss vor dem Beginn der vulkanischen Ausbrüche ein Einschnitt der Ostcordillere sich befunden haben. Grosse Veränderungen in den Flussläufen, in dem ganzen Entwässerungssystem des interandinen Hochlandes wurden in verhältnissmässig neuer Zeit durch den Aufbau der vulkanischen Gebirge bewirkt. Die Gewässer, welche einst aus dem Chillo-Thal und aus der Umgebung Latacungas direkt gegen Osten nach dem Rio Napo abflossen, sind jetzt durch die gewaltigen Bergmassen der Cotopaxi-Gruppe gegen Norden

und Süden abgelenkt: ein Theil ergießt sich durch den Rio Pita und Guaila-bamba, gegen Norden, in den Rio Mira und gelangt somit in den Stillen Ocean; während ein anderer Theil gegen Süden fließend durch den Rio Pastaza in das Tiefland des Amazonas sich ergießt, also auf weitem Umweg dem Atlantischen Ocean zustrebt.

Aehnliche Veränderungen der Flussläufe und Entwässerungsgebiete müssen des Oefteren durch den Aufbau der vulkanischen Gebirge in dem Hochlande von Ecuador stattgefunden haben, nur ist es meist schwer, oft sogar unmöglich, sich zu vergegenwärtigen, welches die Gestalt des Landes war, ehe die ausgedehnten Massen neuen Eruptionsmaterials darin abgelagert wurden. Mir will es scheinen, als habe auch der Mojanda in ähnlicher Weise die oro- und hydrographischen Verhältnisse auf der Grenze der beiden Gebiete, welche wir jetzt als Becken von Quito und Becken von Ibarra kennen, beeinflusst und verändert.¹⁾

In der Umgebung des Quillindaña weisen mancherlei Verhältnisse auf die Ausfüllung des Oberlaufes der alten Thäler hin; so findet man an fast allen, von den Seitenbegrenzungen der Einseukung herabkommenden Zuflüssen mehr oder weniger mächtige Geröllablagerungen nahe ihrer Mündung in die flachen Thalböden der Flüsse von Valle-vicioso und Chalupas. Geröllmassen, welche von den Bächen z. Th. wieder durchschnitten sind. Die Geschwindigkeit des abfließenden Wassers wurde verringert durch die Erhöhung des Grundes im Hauptthal; die Bäche konnten die von oben herabgeführten Gerölle nicht mehr fortbewegen und ihr Bett erst dann wieder tiefer einschneiden, als die Hauptflüsse sich Thälrinnen in den ihren Grund erfüllenden, neuen vulkanischen Gesteinen einzugraben begannen.

Gestalt und Bau des Quillindaña. Betrachtet man den Berg von seinem Fusse aus, etwa vom Hato del Valle-vicioso, so erscheint sein Rücken als ein von West nach Ost langgestreckter Kamm, auf dessen Mitte eine schroffe, in die ewige Schneeregion aufragende Felspyramide aufgesetzt ist. Die Gipfel und die Auszackungen des Kammes lassen sich in Gedanken leicht zu einem flachen, domförmigen Gebirge reconstruiren, über welchem die Gipfelpyramide sich erhebt. Der Quillindaña in seiner heutigen Gestalt ist nur das Skelett des ursprünglichen Baues, der seit dem Erlöschen der vulkanischen Thätigkeit der zerstörenden Einwirkung der Atmosphären, der Erosion des fließenden Wassers und der Gletsebr ausgesetzt ist. Der domförmige Unterbau, auf welchem die Gipfelpyramide ruht, wird von vielen radial verlaufenden, tiefen Thälern durchfurcht. Alle diese Thäler zeigen in ihrem oberen Ende kesselförmige Mulden oder Erweiterungen, während sie in ihrem unteren Verlauf als wenig eingeschnittene Schluchten

¹⁾ Herr Stübel hat bereits auf diese Thatsache hingewiesen; Vulkanberge von Ecuador, 1897, S. 248.

in die, den Fuss des Berges umgebenden, weiten Thaleinsenkungen münden. Verfolgt man ein solches Thal, z. B. Toruno-huaico aufwärts, so gelangt man durch ein rasch ansteigendes Bachbett zu einem flachen, sumpfigen Thalgrund, der in mehreren Terrassen gegliedert bis zum Fuss der unersteiglichen Gipfelfelsen sich anlehnt. Ringsum ist dieser obere kesselförmige Theil des Thales von hohen, schroffen, kahlen Felsen umgeben, die tiefe Einschartungen an den Stellen zeigen, an welchen sie von den benachbarten Thalkesseln nur durch schmale Felsgrate getrennt sind, also namentlich da, wo die Scheidewand an die centrale Felspyramide sich anschliessen. Eine ganze Reihe solcher Thäler finden sich sowohl am Nord- wie am Südabhang des Berges. An der Nordseite, im Westen beginnend, schneidet der Yurac-cocha-huaico¹⁾ mit geringer Steigung in das hier mit den Ausläufern des Cotopaxi sich verbindenden Gehänge ein; in einem weiten Thalkessel liegen nahe übereinander zwei kleine Seen, Yurac-cocha (4076 m) und Verde-cocha in ungefähr 4100 m Höhe. Darauf folgt gegen Osten Toruno-huaico, wohl das grösste Kesselthal des Berges. Während nun die Mündungen der beiden Thäler, durch einen breiten, grasbewachsenen Rücken getrennt, weit von einander ab liegen, berühren sich die kesselförmigen, oberen Erweiterungen, sodass nur schmale, tief eingescharte Grate die beiden Huaicos trennen. Auch Toruno-huaico hat einen sumpfigen Kesselboden (4040 m), aus dem in furchtbarer Steilheit die fast 900 Meter hohen Felsen der Gipfelpyramide aufsteigen; und wie die Scheidewände zwischen dem im Westen sich anschliessenden Yurac-huaico und dem weiter östlich folgenden Ami-huaico tief ausgeschartet sind, so ist dies auch der Fall mit der Felswand, welche Toruno-huaico von dem auf dem Südabhang des Berges einschneidenden Thal von Rumi-ucu trennt. Auf einem messerartigen Grate stehend (4369 m), kann man beide Thalschluchten übersehen, von welchen die eine, Toruno-huaico, dem Nordabhang, die andere, Rumi-ucu, dem Südgehänge des Berges angehören. Gegen Osten folgt auf Toruno-huaico das etwas weniger beträchtliche Thal von Ami-huaico, dessen sumpfiger Calderagrund in 3994 Meter Höhe liegt.

Wir haben also an der Nordseite des Berges drei tiefe, kesselartige Thaleinschnitte erster Ordnung, d. h. Thaleinschnitte, deren Rückwände durch die Felsen der schneebedeckten Gipfelpyramide gebildet werden. Ganz entsprechend ist auch die Südseite des Berges gegliedert: vier Thäler erster Ordnung, Guallana, Rio blanco, Puca-huaico und Rumi-ucu (auch Rumi-punga genannt), greifen mit ihren calderaartigen Erweiterungen bis zur Gipfelpyramide in die Masse des Berges ein. Die Thäler der Nordseite entwässern in den Rio Ami, der in seinen tieferen Theilen als Rio del

¹⁾ Verde-cocha auf Dr. Stübel's Karte.

Valle-vicioso bezeichnet wird, während die Thäler der Südseite ihre Bäche in den Rio de Chalupas entsenden. Neben diesen Thälern erster Ordnung treten an der östlichen Verlängerung des Berges, denn die Gipfelpyramide ist nicht genau in der Mitte des Berges aufgesetzt, noch 3 Thäler zweiter Ordnung auf, d. h. Thäler mit kesselartigen Erweiterungen im oberen Theil, die aber nicht bis zur Gipfelpyramide eingreifen, sondern ihr Ende am höchsten Theile der östlichen Abdachung des Berges finden. Auch diese Thäler haben, rückwärts schreitend, die sie trennenden Rücken zu scharfen, tief eingescharteten Kämmen umgewandelt. Zu diesen Thälern zweiter Ordnung gehören: Bnenavista-huaico auf der Nord- und Sigsí-loma-huaico auf der Südseite, während Uchi-rumi-pungu in die Ostseite des Berges eingreift.

Wie schon erwähnt, sind diese in ihren oberen Theilen sich berührenden Kesselthäler an ihren Mündungen durch breite Bergrücken getrennt. Ersteigt man einen solchen Rücken, so hat man zuerst einen steilen Abhang zu überwinden, gelangt aber dann bald auf ein allmählig ansteigendes, grasbewachsenes Gehänge, das gegen den Kamm des Gebirges zuführt. Je höher man steigt, um so mehr nimmt der Rücken an Breite ab und die Neigung des Gehänges zu, bald kann man rechts und links in die Tiefen der Thäler hinabsehen; schliesslich verschmälert sich der Rücken zu einem Grat mit steilen Felsabstürzen zu beiden Seiten, es folgt eine tiefe Einschartung, über welche das Ende des Rückens als schroff abgebrochener Gipfel sich erhebt,¹⁾ und als ausgezackter Felskamm setzt die Scheidewand der Thalkessel fort, bis sie sich an die Abstürze der centralen Felspyramide anlegt. Von dem Rücken zwischen den Thälern ziehen kleine Thalrinnen, Thäler dritter Ordnung, herab, die sich entweder mit den grösseren Bächen des Berges vereinigen oder direkt in die beiden, den Fuss des Berges umziehenden Flüsse münden.

Fast in der Mitte des Quilindaña-Gebirges erhebt sich die gewaltige Felsmasse der centralen Pyramide zu der absoluten Höhe von 4919 m. Ihr breiter Fuss ruht in den ungefähr 4000 Meter hoch liegenden Thalgründen der ihn von allen Seiten umgebenden Kesselthäler, erscheint also von dort in einer relativen Höhe von über 900 Meter, während der über die Kämme des Gebirges aufragende Theil immer noch ungefähr 600 Meter betragen kann. So steil ist diese in eine Spitze auslaufende Pyramide, dass Schnee nur in einzelnen Flecken und Firnfeldern haften kann und dass die von ihr ausgehenden Gletscher nur in einzelnen Fetzen in die Thäler herabhängen. Herr Dr. Stübel meint, man könne den Quilindaña als das Matterhorn Ecuadors bezeichnen.²⁾

¹⁾ Solche Gipfel bezeichnet J. C. Russell als „Tahoma“, siehe unten.

²⁾ Die Vulkanberge, S. 143; vgl. J. C. Russell: 18. Annual Report U. S. Geolog. Survey, Part II, 1888, p. 385.

Es handelt sich, um es kurz zu wiederholen, um ein in sich abgeschlossenes, selbständiges vulkanisches Gebirge, bestehend aus einem flach domförmigen Unterbau, über dessen Mitte eine schroffe, vergletscherte Felspyramide aufsteigt. In den domförmigen Unterbau sind am Fusse der Gipfelpyramide muldenförmige Thäler eingesenkt, aus deren flachem, in ca. 4000 Meter gelegenen Grunde die Gewässer mit raschem Gefälle am äusseren Abhang herabziehen. Die radial gestellten, muldenförmigen Thäler liegen so, dass sie die äussere Form des Berges kaum beeinflussen und dass, selbst aus grösserer Entfernung und von hohem Standpunkte aus, der domförmige Unterbau als aus strebepfeilerartigen Rücken bestehend erscheint. Die Thäler gewähren also keinen Einblick in die hoch gelegenen, durch amphitheatralisch sich erhebende Felsen begrenzten Mälden.¹⁾

Der Quilindana nähert sich in seinen Grössenverhältnissen denen des Vesuv mit der Somma, sowohl in der horizontalen Erstreckung, als auch in der vertikalen Erhebung: Der Durchmesser seiner Basis mag ungefähr 12—15 Kilometer betragen, seine relative Höhe 1200—1300 Meter. Aber während der Vesuv in langgestreckten Linien gegen die Ebene verläuft, steigt der Quilindana unvermittelt aus den Flusstälern, welche seinen Fuss begrenzen, auf, und während dort, durch stets sich wiederholende Ausbrüche, die Abhänge ausgeglichen erscheinen, zerreißen hier tief eingeschnittene Thäler den ursprünglichen Bau, ihn in einzelne Rücken, Grate und Zacken zerlegend.

Ueber den **inneren Bau** des Berges geben nur wenige Entblössungen Aufschluss. Die Gehänge sind zum grössten Theil mit einer dicken, oft sumpfigen Grasnarbe bedeckt, und auch an den steilen Wänden der Kesselthäler sind nur selten die anstehenden Gesteine sichtbar. Doch lässt sich so viel erkennen, dass das Gebirge zum grössten Theil aus pseudoparallelen Lavenströmen aufgebaut ist, an deren Stelle, nahe und in der centralen Gipfelpyramide, von Gängen durchsetzte Schlackenagglomerate und gewaltige Lavaanhäufungen treten.

Pseudoparallele Lavenströme treten an der Kuppe Buena-vista grande in mächtigen, übereinandergeschichteten Bänken auf; ebenso lassen sich an rechten Gehänge des Toruno-huaico und im oberen Theil des Rio blanco deutlich 15 bis 20 Lavenströme mit zwischengelagerten Schlackenschichten erkennen, die, ziemlich flach nach aussen fallend, gegen den Berg zu rasch an Neigung zunehmen, so dass sie bei Yergachurana bald 30 und mehr Grad aufweisen. Aus pseudoparallelen Lavaschichten ist auch der Kamm von San Agustin aufgebaut. Ausser diesen guten Anschlüssen kann man oft die Lagerung der Laven an den Formen der bewachsenen Gehänge erkennen.

¹⁾ A. Stübel: Vulkanherge, Abbildung N. 407.

Die centrale Pyramide, deren Fuss von mächtigen Schutthalden, deren Gehänge z. Th. durch Gletscher und Eisfelder verhüllt werden, besteht sowohl an der Nord- wie an der Südseite aus zum Theil mit grossen Gesteinsblöcken erfüllten Schlackenagglomeraten, aus welchen eine gewaltige Lavamasse zum Gipfel aufragt.

Nahe dem mittleren Theil des Berges, in der vom Buena-vista-Gipfel kommenden Wand des Rumi-nen-Thales, sind mehrfach Gänge aufgeschlossen, welche alle auf die centrale Gipfelpyramide zulaufen. Zwei solcher, etwa 7 bis 10 Meter mächtige Gänge durchschneiden den Grat, welcher Rumi-nen von Toruno-huaico trennt. Zwei andere etwas weniger, etwa 2 bis 3 Meter mächtige Gänge durchsetzen die Felswand des Rumi-nen-Thales, derart, dass sie in ihren oberen Theilen weit aneinander geben, in der Tiefe der Schlucht sich derart einander nähern, dass sie wie aus der Zweitheilung eines mächtigen Ganges entstanden erscheinen.

Zwar ist der Grund der beiden, den Quilindaña im Norden und Süden begrenzenden Thäler mit Schutt und Geröll, zum Theil auch mit den Schlammmassen der Cotopaxi-Avenidas erfüllt, doch aber zeigen die wenigen Aufschlüsse, dort wo die Flüsse diese losen Ablagerungen bereits durchschnitten haben, feste, vom Quilindaña stammende Lavabänke; so verursacht z. B. eine etwa 25 Meter mächtige Lava den kleinen Wasserfall, la Chorrera, im Rio Ami (3774 m).

Die Gesteine des Quilindaña sind schon mehr oder weniger zersetzt und verändert, es fehlt ihnen das frische Aussehen, was im Gegensatz zu den so nahe liegenden neuen Laven des Cotopaxi besonders auffällt. Auch hier herrscht Pyroxen-Andesit vor, neben welchem, nach Herrn Youngs Untersuchungen, auch Hornblende-Andesite und Hornblende-Biotit-Andesite auftreten.

Eis- und Schneebedeckung. Bei der östlichen, den feuchten Luftströmen des Amazonasbeckens ausgesetzten Lage des Quilindaña sollte man erwarten, den Berg mit einem mächtigen, tief herabreichenden Schne- und Eismantel hedeckt zu sehen. Dass dies nicht der Fall ist, liegt in der Gestalt des Berges begründet, dessen Hauptmasse weit unterhalb der ewigen Schneegrenze zurückbleibt, während der hoch aufragende Centralgipfel so schroff und steil ist, dass er keinen Raum bietet für die Ansammlung grosser Firnfelder. Nur an der Südseite giebt es ausgedehnte Schneefelder, sonst ragen überall die schwarzen Gesteinsfelsen aus dem weissen Schnee hervor. Die Schneegrenze mag etwa in 4600 Meter Höhe liegen, während die aus derselben hervortretenden Eismassen nur wenig weiter ahwärts sich erstrecken. Die Gletscher hängen an den fast unersteiglichen Abstürzen der centralen Felspyramiden, ohne den Grund der Kesselthäler zu erreichen. Nur die von Zeit zu Zeit vom unteren Gletseberende abbrechenden Eis- und Schneemassen gelangen, über die Felswände herabstürzend, in den Thalgrund. Ich

bestimmte das steil abgebrochene, untere Ende des Gletschers im Toruno-huaico zu 4470 m; Herr Dr. Stübel fand eine von Schutt bedeckte Schneemasse in Toruno-huaico im 4364 m Höhe; vielleicht war dies eine der abgestürzten Massen des Gletschers, deren Eis im Grunde des Thales, namentlich wenn es von Schutt bedeckt wird, sich lange Zeit erhalten kann. — Auch in den anderen, in die Seiten der Centralpyramide einschneidenden Kesselhältern erreichen die Gletscher nirgends den Grund des Thales, sie bleiben stets hoch oben an den Felswänden hängen. Zwar wird bei frischem Schneefall der Berg weit herab an seinen Gehängen in einen weissen Mantel gehüllt, in der trockenen Jahreszeit aber schwindet selbst die Schneebedeckung des höchsten Gipfels auffallend zusammen, so dass, wie der Rinderhirte in Valle-vicioso sich ausdrückte, kaum zwei fingerbreit Schnee an dem Berge liegen bleibt.

Alte Moränen. Was aber den Quilindaña vor allen anderen Bergen Ecuadors auszeichnet, das sind die unzweideutigen, gut erhaltenen Spuren einer einstmaligen grösseren Vergletscherung. Am deutlichsten sind die alten Moränen in Ami-huaico erhalten. Ami-huaico ist, wie oben bereits geschildert, eines jener tiefen, von schroffen Wänden umgebenen Thäler mit fast ebenem Grunde, das auch an seinem unteren Ende mit schroffen Felsen abschliesst und dessen Qnebrada als flacher Einschnitt über das steile Ausseugehänge des Berges verläuft. In der kessel- oder calderaformigen, oberen Erweiterung ziehen rechts und links, hoch am Thalgehänge alte Moränenwälle entlang, die an ihrem unteren Ende durch eine das Thal quer abscheidende Endmoräne vereinigt sind. Der durch die Eismassen dieses grossen Gletschers früher ausgefüllte Raum erscheint jetzt als Einsenkung mit sumpfigem Grund, aus welchem das Wasser durch einen Einschnitt in der Endmoräne abfließt. Parallel und innerhalb dieser ältesten Moränen ziehen, tiefer an den Seitengehängen, etwas weniger deutliche Moränen eines kleineren und kürzeren Gletschers entlang, die einer späteren Rückzugszeit des Gletschers entsprechen. Und ein dritter wieder sehr deutlicher Moränenwall, wie die beiden vorhergehenden aus Seiten- und Endmoränen bestehend, liegt im Grunde des Thales, von den beiden älteren Moränenwällen umschlossen. Ami-huaico weist also die Moränen aus drei verschiedenen Stadien der Gletscherentwicklung an: zuerst erfüllt ein mächtiger Gletscher, hoch an den Wänden des Thales emporragend, die ganze amphitheatralische Einsenkung bis zu deren Uebergang in das von dem abfließenden Gletscherbach am steilen Aussenhang des Gebirges eingegrabene Thal; dann folgte ein Rückzug des Gletschers, der, noch immer von bedeutender Mächtigkeit, die Breite des ganzen Kessels erfüllend, längere Zeit stationär blieb und so den zweiten, mittleren Moränenwall erzeugte; ein abermaliger Rückzug reducirte die in das Thal herabreichenden Eismassen auf einen kleinen Gletscher, dessen Moränen im Grunde des Thales, um-

geschlossen von den beiden alten Moränenwällen, noch frisch und deutlich sichtbar sind. Der von dem jüngsten Gletscher bedeckt gewesene Boden des Thales steigt rückwärts plötzlich um 50 bis 70 Meter an, nach dem letzten, jetzt sumpfigen Grund am Fuss der schroffen, die kesselförmige Einsenkung begrenzenden Felsen. Ueber die Mächtigkeit der Gletscher in früheren Zeiten giebt die Höhenlage der alten Moränen an den Thälwänden keinen Aufschluss, da ja das ganze Thal durch Gletschererosion ausgegraben ist, wir also nicht wissen können, wie hoch der Thalgrund lag, als die Moränen abgelagert wurden.

Heute liegt kein Gletscher mehr in diesem Thale. Wie Ami-huaico, so weisen auch die anderen Kesselhäler, von welchen Toruno-huaico wohl das grossartigste ist, Spuren alter Gletscherwirkungen auf, bald mehr, bald weniger deutlich. In Toruno-huaico deuten zwei nahe dem Hintergrund des Kessels stufenförmig übereinander gelegene, sumpfige Ebenen, sowie geradlinige Wülste und Streifen, wohl Ueberreste alter Moränen, darauf hin, dass auch hier die Gletschererosion einst thätig war. — Im sumpfigen Thalgrund von Verde-cucha liegen zwei Seen, Verde-cocha und Yurac-cocha, nahe übereinander, durch eine das Thal quer durchsetzende, alte Endmoräne getrennt, die jetzt von dem aus Verde-cocha anfließenden Bache durchschnitten wird. Auf der breiten, hügelig geformten Moräne liegen zwischen den beiden genannten Cochas noch einige kleine Seen. Verde-cocha mag etwa 600 bis 800 Meter lang und 200 bis 300 Meter breit sein.

Auch in den Kesselhälern der Südseite sind Moränenreste erhalten, so z. B. im Thal des Rio blanco und namentlich in einem kleinen, westwärts an den Rio blanco anschliessenden Thal, in welchem, wie in Ami-huaico, drei sich umschliessende Moränenwälle deutlich hervortreten.

Meine Tagebücher enthalten keine Angaben über die Ausdehnung dieser alten Gletscher, aber nach den an Ort und Stelle gefertigten Kartenskizzen dürfte sie wohl anderthalb bis zwei Kilometer, von der Rückwand des Thales gerechnet, thalabwärts sich erstrecken. Heute endigen die Gletscher in 4470 m, die alten Moränen gehen bis etwa 4000 Meter herab, sodass in früheren Zeiten die Gletscher 400 bis 500 Meter tiefer herabreichten, als dies heutzutage der Fall ist.

Keine Eiszeit in Ecuador. Geht nun auch aus den angeführten Thatfachen unzweifelhaft hervor, dass einst der Berg eine wesentlich bedeutendere Vergletscherung aufzuweisen hatte, so kann man daraus doch noch keineswegs auf eine durch klimatische Verhältnisse bedingte allgemeine Eiszeit schliessen.¹⁾ Zur Entscheidung einer solchen

¹⁾ Hans Meyer: Der Kilimandjaro, 1908, S. 394—397. Herr H. Meyer führt dreimal (S. 377, 392, 394) die auf alte Vergletscherung in Ecuador bezüglichen Arbeiten des Herrn Stübel an, ich habe, vergebens,

Frage müssen vor allen Dingen die lokalen Verhältnisse, also die Form und Gestalt der Gebirge, sowie deren innerer Bau, neben der Höhenentwicklung und Einwirkung der Gletscher- und Eiserosion in Betracht gezogen werden, um so mehr, als die Spuren alter Gletscher kaum tiefer herabreichen, als der aus dem Kraterkessel des Cerro del Altar hervortretende Gletscher, dessen unteres Ende in etwa 4000 Meter Höhe liegt.

Gletschererosion. Das Hochgebirge von Ecuador überschreitet nur in vereinzelt Gipfeln die Grenze des ewigen Schnees. Es fehlen in der Schneeregion hier die ausgedehnten, viel verzweigten Gebirgsmassive, welche die Veranlassung zur Bildung grosser Firnfelder geben. Dem entsprechend sind auch die Gletscher verhältnissmässig kurz und reichen nirgends weit an den Berggehängen herab.

Mit wenigen Ausnahmen bestehen alle grösseren Schneeberge Ecuadors aus vulkanischen Gebirgen, deren meist kegelförmige Massen der alten Cordillere aufgesetzt sind. Eines dieser isolirt sich erhebenden Gebirge ist der Quilindaña, dessen höchster Gipfel, 4919 m, ungefähr 300 bis 400 Meter hoch in die ewige Schneeregion aufragt. Wir haben gesehen, dass die alten Gletscher eingelagert waren in tiefe, muldenförmige Einsenkungen, deren steile Seitenwände sich im Hintergrunde des Thales zu einem Amphitheater vereinigen, welches bei den Thälern erster Ordnung in die Felsmassen der Gipfelpyramiden einschneidet. Der Grund der Kesselthäler erweist sich als eine breite, gegenwärtig sumpfige Fläche, aus welcher das Wasser, in einem verhältnissmässig wenig eingeschnittenen Thale, am steilen äusseren Abhang des Berges abfliesst.

Die Gestalt dieser Kesselthäler weicht wesentlich ab von den gewöhnlichen Erosionsthälern, wie wir solche an so vielen vulkanischen Bergen beobachten können. Die Erosion des fliessenden Wassers erzeugt enge, von schroffen Seitenwänden begrenzte Barrancos, die in ihren oberen Theilen zu Kesselthälern sich erweitern. Der Grund der durch fliessende Wasser ausgegrabenen Kesselthäler ist nicht flach und sumpfig; die von den Wänden der Umwallung herabrieselnden Gewässer vereinigen sich vielmehr zu tief eingeschnittenen Bächen, die mit starkem Gefälle dem Ausflussthale zustreben, das als enge, von schroffen Seitenwänden begrenzte Schlucht wie eine Verlängerung des oben erweiterten Thales erscheint.¹⁾

sowohl die „Skizzen aus Ecuador“, als auch „Die Vulkanberge von Ecuador“ durchgesehen, habe aber weder an der besonders angeführten Stelle (Skizzen, S. 43), noch sonstwo eine darauf bezügliche Bemerkung finden können.

¹⁾ Für die verschiedene Gestaltung und Entstehungsweise der in ihren oberen Theilen erweiterten Thäler — ich spreche hier von vulkanischen Gebirgen und speciell von den Vulkangebirgen Ecuadors — fehlen uns scharfe, bestimmte Ausdrücke; ich möchte vorschlagen, die Bezeichnungen folgendermassen zu beschränken:

Caldora: ein durch die Erosion des fliessenden Wassers erweiterter Kraterkessel, von welchem aus ein tief in den Berg eingesenktes Thal, ein Barranco, den ganzen Bergabhang durchschneidet. Charakter-

Wenn nun die Erosion des fließenden Wassers solche Thalformen, wie wir sie am Quilindaña kennen gelernt haben, nicht erzeugen kann, wie sind dann diese flachen Hochthäler entstanden? Als intercolline Räume können wir sie unmöglich betrachten, denn wenn auch durch strebepfeilerartigen Bau des Gebirges die Bildung intercolliner Mulden oder Vertiefungen am Abhange denkbar ist, so können dieselben doch nicht in den centralen Theil des Berges derart einschneiden, dass dessen ursprüngliche Form zerstört wird; es widerspricht dies vollständig der Natur und Entstehungsart der intercollinen Räume. Es bleibt nur die eine Erklärung: die gestreckten Kesselthäler am Quilindaña waren nicht ursprünglich vorhanden, sie sind infolge der Gletscherwirkung entstanden; darauf weisen alle beobachteten Verhältnisse in unzweideutiger Weise hin.¹⁾ Die breiten und grossen vom centralen Theil des Berges ausgehenden Gletscher mussten allmählig ihr Bett vertiefen und immer tiefer in die Masse des Gebirges sich einsenken. Die Erosionswirkung des Gletschereises wird naturgemäss dort am stärksten sich äussern, wo die steilere Neigung des centralen Bergtheils beginnt, oder mit anderen Worten, die Gletscher werden am raschesten die Rückwand der von ihnen ausgegrabenen Thäler angreifen, also rückwärtsschreitend in den centralen Bergtheil einschneiden. Ist dies, wie bei vulkanischen Bergen meist der Fall, ein kegelförmiger Gipfel, so wird er von

riethich für diese Erosionsbildung ist es, dass durch die Oeffnung des Barranco ein Einblick in das Innere des Berges möglich ist.

Calderaartige Thäler: Erosionsthäler, welche bei ihrem Rückwärtseinschneiden kesselförmige Erweiterungen in ihren oberen, in die Schuttenagglomerate eingreifenden Theilen bilden und so calderaähnliche Formen erzeugen.

Kar, Cuchu oder Hondon: am Fusse der mit Schnee und Eis bedeckten Gebirgsthelle eingesenkte Mulden, deren breiter, ebener Grund sich allmählig gegen den Aussehang hin senkt, deren Gewässer in einem steil abfallenden Thal am Aussehang abfliessen und deren Umwallung als amphitheatralische Erweiterung in die höchsten Gipfeltheile des Berges einschneidet, mit einem Wort: ein Gletscherbett. Die Einsenkung liegt so versteckt hinter den weniger angegriffenen Gehängen des unteren Bergtheils, dass ihr Dasein bei einer allgemeinen Betrachtung des Berges kaum auffällt und sie keinen wesentlichen Einfluss auf die Gestaltung des Bergprofils ausüben. Man kann von unten durch das zu einem Hondon gehörige Thal fast nie einen Einblick in den Hondon gewinnen; meist wird nur die Ausbildung der strebepfeilerartigen Berggehänge auf deren Anwesenheit schliessen lassen. „Cuchu“ ist der Quechua-Namen für solche versteckte Thäler, die von den Spaniern als „Hondon“ bezeichnet werden. Das spanische Wort scheint mir geeigneter zur Aufnahme in die geologische Nomenklatur, es liegt unserem Sprachgefühl näher als das einer ganz fremden Sprachfamilie entlehnte „Cuchu“, würde auch, wenn man nicht variiert, das gute deutsche Wort „Kar“ zu gebrauchen, dem bereits allgemein eingeführten „Caldera“ besser entsprechen.

¹⁾ Selbst Bonney (Do Glaciers excavate? Geographical Journal, 1893, I, p. 481) giebt zu, dass der U-förmige Durchschnitt eines Thales auf Gletschererosion hinweist. Siehe auch: J. Paratch, Die Gletscher der Vorzeit in den Karpathen und den Mittelgebirgen Deutschlands, 1882, S. 183; A. Penck, Die Vergletscherung der deutschen Alpen, 1892, S. 341; von Richthofen, Führer für Forschungsreisende, 1886, S. 255. — Penck bezeichnet die Kare als „die charakteristisch erweiterten Wurzelpunkte von Eisströmen (Eiszeit der Pyrenäen, 1883, S. 34, und ganz ähnlich; A. Böhm, Jahrb. d. K. K. geol. Reichsanstalt, 1885, S. 529), als das „morphologische Leitfossil“ der alten Gletscher (Geograph. Wirkungen der Eiszeit; Verhandl. des IV. Deut. Geographentages zu München, 1881, S. 39).

allen Seiten zernagt und zerstört. Je weiter die Gletscher rückwärts ihre Thäler verlängern, um so kleiner muss die centrale Masse des Berges werden.¹⁾ Die Abhänge, auf welchen die Schneemassen sich ausdehnen, werden zu scharfen Felsgraten, den Scheidewänden der näher und näher aneinander rückenden Gletscherthäler, zerschnitten; die Firnfelder, aus welchen die Gletscher hervortreten, werden an Umfang abnehmen und die den Gletscher ernährende Zufuhr von Eis aus den höheren Regionen wird sich allmählig vermindern. Ein Abschmelzen des unteren Gletscherrandes und, damit verbunden, ein Rückgang des Gletschers wird die unabwiesbare Folge des Rückwärts-einschneidens der steiler geneigten Gletscherpartien sein, bis dann allmählig die Gletscher den Grund des Thales nicht mehr erreichen und nur noch als Hängegletscher, von dem, nun zu einer schroffen Felspyramide umgewandelten, centralen Gipfel, an der Rückwand der Kesselthäler oder Amphitheatere, herabhängen. In diesem Stadium der Zerstörung durch Gletschererosion befindet sich der Quilindaña. Von nun ab unterliegt das Gebirge fast ausschließlich der Einwirkung der Atmosphären und der Erosionsthätigkeit des fließenden Wassers; die Gletschererosion ist auf den Felszacken beschränkt, der als Ueberrest des höchsten Kegeltheiles schroff und unvermittelt über den durch Gletscher- und Süsswassererosion abgeflachten tieferen Theilen des Gebirges sich erhebt.

Gletscherforschung in Nordamerika. Was ich am Quilindaña nur im Grossen und Ganzen erkennen konnte, das hat einer der hervorragendsten Kenner der Vulkan- und Gletscherwelt Nordamerikas bei der Durchforschung des Mount Rainier mit scharfem Blick in allen Einzelheiten erfasst und zuerst in der ihm eigenen klaren Weise zur Darstellung gebracht. Herr J. C. Russell²⁾ zeigt, wie durch Gletschererosion ein vulkanischer Kegel allmählig zu einem Gebirge umgewandelt werden kann, welches aus einem breiten Unterbau und einer central aufgesetzten Pyramide, einem „Matterhorn“, wie er sich ausdrückt, besteht; bis ins Einzelne wird die Bildung der Kesselthäler, der sie trennenden Rücken und der eigenthümlichen, über den Einschartungen aufragenden Felszacken (Tahomas), der Gletscherthäler erster und zweiter Ordnung und die Verwandlung des ursprünglich hoch in die ewige Schnee- und Eiswelt sich erhebenden Kegels in ein die Schneeregion nicht mehr erreichendes Gebirge angeführt. Ja, Herr Russell geht noch weiter: er verfolgt die Lebensgeschichte eines solchen Kegelberges bis zu seiner vollständigen Zerstörung durch die fließenden Gewässer, bis zu dem Zeit-

¹⁾ „Gelegentlich schaaren sich die Cirken derart aneinander, dass sie den Berg rings umgeben, dessen Gehänge gänzlich absorbirend. Scharfe, firsähnliche Gräte sind dann die einzigen Scheiden der verschiedenen Cirken“. A. Penck: Die Eiszeit in den Pyrenäen. Mitth. des Vereins für Erdkunde zu Leipzig. 1883. 8. 32.

²⁾ *Glaciers of Mount Rainier* by Israel Cook Russell: 18. Annual Report of the U. S. Geological Survey, 1896—97, 1896, Part II. p. 349—424 — namentlich p. 373—385.

punkt, in welchem nur noch eine Kuppe festen Gesteins, der Rest der in dem Eruptions-schachte erstarrten Lava, sich kaum über eine flach gewölbte Fläche erhebt.

Versuchen wir es nun, nach den in Nord- und Südamerika gewonnenen Erfahrungen, uns die *Entwicklungsgeschichte des Quillindaña* zu vergegenwärtigen, so erhalten wir ungefähr folgendes Bild:

Am Westfuss der aus krystallinischen Schiefen bestehenden Ost-Cordillere (Carrera nneva) wurde auf der Scheidewand zweier, die interandinen Ränne entwässernden Thäler ein vulkanisches Gebirge durch fortgesetzte, in langen Zeiträumen sich wiederholende Ausbrüche aufgebaut. Der centrale Theil des kegelförmigen Berges ragte höher als die hentige Spitze des Quillindaña in die Schneeregion auf. Wie am Cotopaxi, so mögen auch hier bei Gipfelausbrüchen gewaltige Schlammmenströme sich nach dem Fuss des Berges ergossen haben.

Im Allgemeinen herrschen im inneren Bau des Berges pseudoparallel gelagerte, annähernd dem äusseren Gehänge des Berges folgende Lavenströme vor; nur im centralen Theil treten mächtige, von Gängen durchsetzte Schlackenagglomerate auf. Ob der Quillindaña, ähnlich dem Cotopaxi, wesentlich durch Ausbrüche des centralen Gipfels aufgebaut wurde, oder ob seitliche Ausbrüche in grösserem Masse dabei theilhaftig waren, lässt sich bei dem hentigen Zustande des Berges nicht mehr mit Sicherheit bestimmen. Nach Abschluss der vulkanischen Thätigkeit verfiel der völlig isolirt stehende kegelförmige Berg der Zerstörung durch die Atmosphärien sowohl, wie durch die der Gletscher- und Süsswassererosion. Ein mächtiger Schnee- und Eismantel, dessen Grösse und Mächtigkeit durch die östliche, dem Amazonas nahe gerückte Lage des Berges wesentlich begünstigt wurde, musste den oberen Theil des Berges bedecken. Ans den Firnfeldern entwickelten sich Gletscher, die, langsam sich vorschiebend, allmählig muldenförmige Thäler ausgruben, in deren Grund die flachliegenden Gletscherzüge ruhten, während die Rückwände einer rascheren Zerstörung ausgesetzt waren. Denn einmal ist die Einwirkung der Gletscher an den steilen Abhängen am stärksten, dann aber begünstigt auch der Bau des Berges hier die leichtere Zerbröckelung und Zerstörung der Gesteinsschichten: Denn die steil am Abhang hängenden Lavenbänke werden abstürzen, sobald ihnen durch Untergrabung die feste Widerlage entzogen ist, und die im centralen Theile eines vulkanischen Gebirges in grösseren Mengen angehäuften Schlackenagglomerate werden der Gletschererosion weniger Widerstand bieten, als die festen, an den Aussenhängen ziemlich flach gelagerten Lavenströme. Circus-, Amphitheater- oder Caldera-artige Thäler, Kare werden entstehen, während die von den Gletschern abfließenden Gewässer nur wenig auffallende Thäler an den Aussenhängen eingraben können.

Zwischen den grossen Gletscherthälern werden dreieckige, nach unten sich ver-

breiternde Theile des äusseren Bergabhangs stehen bleiben, welche günstigen Falles Raum bieten für kleine Firnfelder und Gelegenheit geben für die Bildung kleinerer Gletscher. Solche Gletscherthäler zweiter Ordnung finden sich am Quilindaña nur auf der östlichen Verlängerung des Berges. Lange Zeiträume hindurch muss die Gletschererosion am Berge thätig gewesen sein, bis durch das Rückwärtseinschneiden der Kesselthäler die Firnfelder am centralen Theil des Kegelberges in ihrer Ausdehnung so verringert wurden, dass ein Rückzug der Gletscher sich bemerkbar machte. Stetig, aber, wie die ineinander gelagerten Moränen beweisen, mit scheinbaren Pausen der Ruhe, ging das Zerstörungswerk seinen Gang. Durch ihre erodirende Wirkung vernichteten die Gletscher selbst die Bedingungen ihrer Existenz.¹⁾ Der centrale Gipfel wurde zum Zacken umgewandelt, in dessen Schlackenagglomeraten die den Eruptionsschlot erfüllende Lave als gewaltiger, schroffer Fels emporragt (Toruno-huaico). Am Quilindaña hat die Gletscherwirkung fast ihr Ende erreicht; der centrale Felsgipfel weist nur mehr vereinzelte Schneeflecken auf, keiner der Gletscher erreicht heute den Thalgrund.

Verbreitung der Gletschererosion in Ecuador. Haben wir die Lebensgeschichte des Quilindaña von seiner Entstehung bis zu dem Zustand, in welchem er sich gegenwärtig befindet, ans den heute, wie zu allen Zeiten, gleich wirkenden Naturkräften erklären und verstehen können, so wirft sich nun die Frage auf, ob dies der einzige Berg Ecuadors ist, an welchem solche Veränderungen vor sich gegangen sind, oder ob auch an anderen Bergen alte Gletscherwirkungen sich feststellen lassen.

Zu derselben Vulkangruppe, wie der Quilindaña gehörig, ist hier vor allem der Sincholagua (4988 m) aufzuführen, ein Berg, der in seiner ganzen Form die Gestalt des Quilindaña wiederholt: ein flacher Unterbau mit aufgesetzter schroffer Gipfelpyramide, welche von einer Reihe kesselförmiger Einsenkungen umgeben ist. Abweichungen zeigen sich insofern, als am Sincholagua das eine der Kesselthäler zu einer vollständigen Caldera ausgebildet erscheint, was sich daraus erklärt, dass der obere Theil von Yahuil in einen grossen Kraterkessel einschneidet.

Im Norden der Republik bietet der Cotocachi²⁾ (4966 m) eine Wiederholung derselben Gebirgsform, die nur insofern von der des Quilindaña abweicht, als der Unterbau des Cotocachi steilere Gehänge besitzt. Und wie diese noch vergletscherten Berge, so gehört auch der in die Schneeregion kaum noch aufragende Rucu-Pichincha (4737 m) zu den durch Gletschererosion umgestalteten Vulkanbergen. Zwar weist der

¹⁾ J. van Haast, *Geology of the Provinces of Canterbury and Westland, New Zealand*, 1879, p. 399; St. Meunier, *Revue scientifique de Paris du 27 Février 1897* u. „Nos Terrains“, 1898, p. 113—116.

²⁾ Stübel, *Vulkanberge*, S. 146.

³⁾ Ebenda, S. 82.

Rucu-Pichincha keine Gletscher mehr auf, aber die rings um den höchsten Zacken gruppierten flachen Einsenkungen, welche als Verde-cuchu, Alta-cuchu, San-Diego-cuchu u. s. w. bezeichnet werden, tragen so sehr den eigenthümlichen Charakter alter Gletscherthäler, Kare, dass über die Art ihrer Bildung kaum ein Zweifel bestehen kann.

Allerdings sind bis jetzt an den drei genannten Bergen keine Gletscherspuren direkt nachgewiesen worden, ich bin aber überzeugt, dass spätere Reisende, nachdem einmal die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand gelenkt ist, den thatsächlichen Beweis für die Annahme finden werden, zu welcher die allgemeine Gestaltung der Berge und die Vergleichung mit dem sicher durch Gletscherwirkung umgestalteten Quilindaña geführt hat.

Dass die Formen der vier Berge mancherlei Abweichungen untereinander aufweisen, liegt in der Natur der Bildung vulkanischer Berge begründet. Denn sind auch alle durch Aufschüttung im Laufe langer Zeiträume aufgebaut, so wird doch durch die Art des Aufschüttungsmaterials, durch die mehr oder minder rasch aneinander folgenden Ausbrüche und die Anordnung der Ausbruchspunkte, sowie durch die Gestalt des Untergrundes, auf welchem die Ausbrüche die Auswürflinge und Lavenströme ablagerten, die Gestalt des Berges wesentlich bedingt sein. Ein solcher vulkanischer Berg wird bald mehr, bald weniger steile Gehänge aufweisen, er wird bald mehr der idealen Kegelgestalt sich nähern, bald mehr domförmig oder langgestreckt ausgebildet erscheinen. Zieht man hierbei noch die vielerlei kleinen Abweichungen in Betracht, welche durch Unregelmässigkeiten im Ban der Berggehänge die Wirkungsart der Gletscher beeinflussen müssen, so wird bei Betrachtung der genannten Berge die Gleichartigkeit ihrer Gestaltung überraschen. Herr Dr. Stübel hat, allerdings zu anderen Zwecken, die Umrisszeichnungen des Quilindaña, Sincholagua und Pichincha auf Seite 407 seines Werkes über die Vulkanberge Ecuadors zusammengestellt.¹⁾ Ein Blick auf dieses Blatt wird, deutlicher wie jede Beschreibung, zeigen, dass wir es hier mit einer zusammengehörigen Reihe zu thun haben: die vier Berge stellen vier Stadien aus der Formenreihe dar, welche kegelförmige vulkanische Gebirge durchlaufen, wenn sie lange Zeit der zerstörenden Einwirkung der Gletschererosion unterworfen sind. Am schroffsten erhebt sich die centrale Felspyramide im Quilindaña, dann folgen der Sincholagua und der Cotacachi und schliesslich der bereits bis nahe zur unteren Grenze der Schneeregion erniedrigte Rucu-Pichincha.

¹⁾ Die Umrisszeichnungen vom Quilindaña und Cotacachi sind von tief liegenden Standpunkten aufgenommen, daher verdecken die zwischen den Thälern erster Ordnung gelegenen dreieckigen oder umgekehrt V-förmigen Rücken, deren höchste Kämme alle ungefähr in gleicher Höhe liegen, die zwischen

Die Doppelpyramide des Iliniza. Neben diesen für Gletschererosion typischen Vulkanbergen treten in Ecuador solche Berge auf, deren Formen beim ersten Anblick etwas Räthselhaftes haben. Ich will hier nur des Iliniza gedenken, dessen mit Schnee bedeckte Doppelpyramide durch A. v. Humboldts Abbildung und Beschreibung allen Geologen bekannt geworden ist. Ursprünglich glaubte ich annehmen zu müssen, dass die beiden Pyramiden die Ueberreste zweier hohen, dicht nebeneinander entstandenen Kegel seien;¹⁾ jetzt, im Lichte der durch Herrn Russell gewonnenen Einsicht in die Wirkung der Gletschererosion auf isolirte Vulkankegel, will es mir scheinen, als ob auf andere Weise, einfacher und natürlicher, die Verhältnisse zu erklären seien. Es weisen nämlich die Ost- und West-Gehänge des Iliniza ganz verschiedene Formen auf. Während von Osten gesehen, also auf der dem interandinen Hochland zugekehrten Seite, die beiden Gipfelfelsen aus der Gesamtmasse des Berges herauszuwachsen scheinen, dehnt sich auf der West- und Südwestseite ein flach geneigtes, terrassen- oder plateauförmiges Vorland am Fuss der steilen Gipfelpyramiden aus, von dessen unterem Ende ab die Thäler erst einschneiden und die zwischen ihnen verlaufenden strebepfeilerartigen Berg Rücken beginnen. Auf der von Herrn Dr. Stübel in den Skizzen aus Ecuador²⁾ auf Seite 76 gegebenen Abbildung ist trotz des kleinen Maassstabes dieser den beiden Gipfeln vorgelagerte, flach verlaufende Absatz deutlich zu erkennen. Das steile Berggehänge erscheint hier wie abgehobelt, so dass man, ohne grosse Mühe, in Höhen zwischen 4100 und 4300 Meter die ganze Westseite am Fuss der Gipfelpyramiden umreiten kann. Beide Gipfelpyramiden sind stark vergletschert, die südliche (5305 m) mehr als der etwas niedrigere Nordgipfel (5162 m). Nach dem etwa 4800 Meter hohen Sattel zwischen beiden Pyramiden ziehen Firnfelder und Gletscher herab, und vom Sattel selbst erstreckt sich gegen Westen ein grosser Gletscher bis zu 4484 m, während die Schneegrenze dort zu 4653 m gefunden wurde. Sowohl dieser, wie auch alle anderen Gletscher des Iliniza

diesen Kämme und der centralen Pyramide sich erstreckenden Gletschorthäler, von welchen nur auf der Sincholagun-Zeichnung Andeutungen zu erkennen sind.

Der Rucu-Pichincha muss aus grösserer Entfernung aufgenommen sein, da sonst die muldenförmigen Anfänge der Thäler, die „Cuchus“, zu erkennen sein müssten. Auf allen vier Abbildungen tritt deutlich die durch die Erosionswirkung bewirkte Gliederung der Berge hervor, jene radial gestellten Rücken oder Strebepfeiler, wie sie in der erklärenden Unterschrift der Bilder bezeichnet werden.

Die „Cuchus“ des Pichincha finden sich angedeutet auf der von A. v. Humboldt veröffentlichten hypsometrischen Skizze, Taf. 10, in: *Umrisse von Vulkanen etc.*, und werden auch von Herrn Stübel unter Hervorhebung ihrer eigenthümlichen Gestaltung erwähnt und namentlich aufgeführt (Vulkanberge, S. 35), Varde-cuchu in Bild 12, S. 50, besonders dargestellt.

¹⁾ Carta del Dr. W. Reiss á S. E. el Presidente de la Republica sobre sus Viajes á las Montañas Iliniza y Corazon y en especial sobre su ascension al Cotopaxi. Quito 1873, p. 1—2; Zeitsch. d. D. geol. Gesell., 1873, S. 71, 72.

²⁾ Iliniza von der Südostseite, ebenda S. 74; von der Ostseite ebenda S. 75.

hängen steil am Abhang herab. Etwa 50 Meter unterhalb sind Gletscherschliffe auf dem Gestein erhalten, und alte Moränen zeigen sich in einem flachen Thal (cucha), südlich von der Einsattelung. An den Fuss gletschertragender Gipfelpyramiden schliessen sich hier weite Einsenkungen, mit flachem, langsam abfallendem Boden an, wie wir solche als alte Gletscherbetten bereits am Quilindana kennen lernten. Gross und etwa 800 Meter breit ist die vom Sattel zwischen den beiden Gipfelpyramiden herabziehende Cuta-cucha; man gebraucht eine Stunde Gehens vom unteren Ende bis zu den Schuttbalden, welche von den amphitheatralischen Hintergrund begrenzenden Felsen herabgestürzt sind. Der Grund der Cucha oder des Hondons steigt von 4149 m, beim Ausgang nach dem steil an den Gehängen abfallenden Thal, bis zu 4378 m, dem Fuss der von den Verbindungsfelsen der beiden Gipfelpyramiden herabgestürzten Gletscherbalden. An dieses grosse, alte Gletscherbett schliessen sich rechts und links ähnliche Einsenkungen an, die alle entweder den Quechua-Namen „Cnchu“ oder die entsprechende spanische Bezeichnung „Hondon“ führen, so der Hondon de Huerta-sacha, Hondon Quezala, Quillu-turu, Rumipungu u. s. w. Alle diese flachen Einsenkungen gehen in ihrem unteren Theile in tiefe, schroffe, meist bewaldete Thäler über.¹⁾

Die eigenartige, einseitige Entwicklung der Gletschererosion am Iliniza scheint mir darauf hinzuweisen, dass einst ein weiter Kraterkessel hier bestanden hat, dessen hoch in die Schneeregion aufragende Umwallung im Laufe der Zeit bis auf die beiden Gipfelpyramiden durch die erodirende Wirkung der Gletscher zerstört wurde. Wie wir uns einen solchen Vorgang zu denken haben, das lehrt eine Betrachtung der grossen mit Gletschern erfüllten Krater des Cerro del Altar und des Antisana.

Aus dem über einen Kilometer im Durchmesser grossen, von schroffen, zernagten Felszacken umgebenen Krater des Altar quillt durch einen tiefen Einschnitt ein gewaltiger Gletscher hervor, dessen unteres Ende im flachen Thalgrund von Pasasas oder Collanes bis zu 4000 Meter absoluter Höhe herabreicht. Der Gletscher wird gespeist durch viele an den Innenwänden des Kraters herabhängende Gletscher und Firnfelder, und ähnliche Gletscher bedecken die Ansengehänge der Kraterumwallung. Alle diese Gletscher benagen, rückwärts einschneidend, die Kraterwände, sodass, zumal die Zerstörung von zwei Seiten vorschreitet, die Umwallung an Höhe und Stärke stetig abnehmen muss. Es lässt sich der nicht allzu fern liegende Zeitpunkt absehen, an welchem ein Theil der heute den Kraterkessel umgebenden Wände so weit erniedrigt sein wird, dass er nur eine niedere Verbindungswand darstellt, zwischen den dann isolirt aufragenden beiden Hauptgipfeln, welche heute den Kratereingang flankiren. Der aus

¹⁾ Eine Schilderung des Iliniza hat Herr Stübel gegeben: Die Vulkanberge von Ecuador, 8. 36—63, woselbst auch meine Höhenmessungen wieder abgedruckt sind.

dem Kraterkessel hervortretende Gletscher wird dabei stetig abgenommen haben, da er sich selbst die Firnfelder und damit die Zufuhr von Eis und Schnee abgegraben hat. Schliesslich wird an Stelle des Eis-erfüllten Kraters ein ausgebneter Felsgrund verbleiben, zu dessen Seiten zwei hohe, durch einen niederen Wall verbundene Felspyramiden sich erheben. Die noch vorhandenen Gletscher werden an den Felsgipfeln steil herabhängen, ohne den Fuss derselben zu erreichen. Aber deutlich werden die Formen dieser dann dem Ilinza ähnlichen Ueberreste die Einwirkung der Gletschererosion erkennen lassen. Das von Herrn Stübel entworfene Bild des Altar-Kraters¹⁾ veranschaulicht die hier in Betracht kommenden Verhältnisse, und aus der Zeichnung, welche den Cerro Altar und sein Grundgebirge²⁾ darstellt, kann man sich leicht die Gestalt ableiten, welche der Berg haben wird, wenn durch Gletschererosion die rückwärtigen Theile der Kraterumwallung noch mehr erniedrigt oder zerstört sind. Die beiden Gipfel „Obispo“ (5405 m) und „Canónico“ (5355 m) entsprechen in ihren absoluten Höhen und in ihrer gegenseitigen Entfernung nahe den beiden Gipfelfelsen des Ilinza.

Der Doppelpyramide des Ilinza noch ähnliche Formen müssen sich bei der Zerstörung des Antisana durch Gletschererosion ergeben; denn dort liegen die beiden höchsten, als breite Gebirgsthelle entwickelten Gipfel an den beiden äussersten Enden der Rückwand des Kraters, während zwischen ihnen nur ein schmaler Verbindungsgrat die hier tief eingreifende Kratereinsenkung von dem Aussenhang des Berges trennt. Ohne auf diese Verhältnisse weiter einzugehen — da eine Abbildung des Antisana-Kraters noch nicht veröffentlicht ist —, mag es genügen, auf eine vergleichende Betrachtung der von Herrn Stübel gegebenen Skizzen³⁾ des Antisana, des Altar und des Ilinza zu verweisen, aus welchen sich wohl erkennen lässt, wie die beiden „Matterhörner“ des Ilinza aus einer grossen Kraterumwallung durch Gletschererosion entstanden sein können.

Auch die Gipfelform des Corazon⁴⁾ dürfte, ebenso wie die des Picacho am Coto-paxi, auf Gletschererosion zurückzuführen sein, und vielleicht hat auch der Rumiñahui unter Mitwirkung der Gletschererosion seine heutige Gestalt erhalten.

Formenreihe der Schneeberge Ecuadors. Haben wir bisher, im Anschluss an den Quilindaña, diejenigen vulkanischen Berge Ecuadors betrachtet, deren ursprüngliche Gestalt durch Gletschererosion verändert, ja, wie im Ruen-Pichincha, soweit zerstört ist, dass der einst vergletscherte Gipfel kaum mehr die Grenze der Schneeregion erreicht,

¹⁾ Skizzen aus Ecuador, S. 43; Hans Meyer: Der Kilimandjaro, S. 335.

²⁾ Skizzen aus Ecuador, S. 41; Leipziger Illustrierte Zeitung, Bd. 103, 1894, S. 473.

³⁾ Skizzen aus Ecuador, Antisana: S. 14; Altar: S. 33 u. S. 41; Ilinza: S. 76.

⁴⁾ Stübel: Vulkanberge, S. 54.

so will ich nun, wenn auch nur in aller Kürze, die Formenreihe der Schneeberge Ecuadors aufführen, aus welcher die bisher behandelten Bergskelette hervorgegangen sind.

Die drei thätigen, in die Schneeregion aufragenden Vulkanberge Ecnadors, der Sangay, der Tunguragua und der Cotopaxi, weisen noch die ursprüngliche regelmässige Kegelform auf, welche namentlich den Anbruchskegeln eigenthümlich ist, deren Eruptionen ganz oder wenigstens zum grössten Theil aus dem Gipfelkrater erfolgen. Noch wechseln hier Schnee-, Eis-, Aschen- und Lavabänke mit einander ab; die Gletscher sind den Gehängen nur angelagert, nicht in dieselben eingesenkt. Auch der Antisana, dessen Anbrüche wohl bis in die historische Zeit hereinragen, gehört, zum Theil wenigstens, hierher, obgleich der aus dem Krater hervortretende grosse Gletscher bereits bedeutende Erosionswirkung ausgeübt zu haben scheint. An die drei noch in der Bildung begriffenen Berge schliesst sich der Cayambe an, von dessen gewaltigem Schneedom grosse Gletscher ausgehen, die zwar nur oberflächlich in die Gehänge eingesenkt, doch durch die ausgedehnten, ihnen vorgelagerten Gletscherhalden ihre eingreifende Erosionsthätigkeit bekunden. In einem etwas weiter vorgeschrittenen Stadium befindet sich der Chimborazo.¹⁾ Von den ausgedehnten Firnfeldern des breiten Domes ziehen lange, der Grösse des Berges entsprechende Gletscher herab, die in ihrem unteren Theil bereits in tiefe Einsenkungen eingelagert sind. Die Gletscherenden liegen weit hinauf unter einer oft mehrere Meter hohen Schuttedecke begraben, ein sicheres Zeichen des beginnenden Rückganges. Ein Theil der steilen Felsabstürze in den höheren Theilen des Chimborazo darf wohl auf Wirkung der Gletschererosion gesetzt werden, der die wesentlich aus Schlackenagglomerat mit hie und da zwischengelagerten Lavenbänken gebildeten Gipfelfelsen nur geringen Widerstand zu leisten vermochten. Ueber diesen Abstürzen hängen drohend die Eismassen der höchsten Gipfel herab, deren herabstürzende Massen dem am Fuss der Felswände ruhenden Gletscher stets neues Eis zuführen. Die grossen Kare, deren obere Ränder zwischen 5600 und 6000 Meter Höhe liegen dürften, in deren Grund die grossen Gletscher herabziehen, sind schon von Riobamba aus deutlich sichtbar.²⁾ Ihre oft durch blasse Schatten markirten Formen beleben die ausgedehnten Schneegehänge und verleihen dem gewaltigen Berg den Reiz einer mannigfachen Gliederung.

Zwischen dem die Gletschererosion in ihren Anfängen zeigenden Chimborazo und dem schon zu einer spitzen, mit Gletschern besetzten Felspyramide umgewandelten Cotacachi fehlt ein Zwischenglied, d. h. ein Berg, der mehr als der Chimborazo und weniger

¹⁾ Siehe auch: Whympel, *Travels amongst the Great Andes*. Karte am Schluss des Bandes. Abbildungen p. 64, 76.

²⁾ Angedeutet finden sich die dunkeln Rückwände der Kare auf Herrn Stübels Zeichnung; Skizzen aus Ecuador, S. 25.

als der Cotacachi der Zerstörung durch die Gletscher anheingefallen ist, sonst wäre die Reihe, vom intakten Eruptionskegel, der sich allmählig mit einem Eispanzer hekleidet, bis zu dem der Gletscherwirkung bereits entrückten Rucu-Pichincha, in seltener Vollständigkeit in Ecuador vertreten.

Eine besondere Beachtung verdienen die in die Schneeregion aufragenden grossen Kraterkessel, aus welchen die mächtigsten Gletscher Equadors hervorbrechen. Auch hier lässt sich die Wirkung der Gletschererosion in verschiedenen Abstufungen verfolgen: Der grosse Krater des Chimborazo ist so mit Schnee und Eis erfüllt, dass man nur aus der Lage der Gipfel und der zwischen ihnen liegenden Schneefläche Grösse und Gestalt des Kraters erkennen kann; tief eingeschnitten, von hohen, noch völlig unverletzt erhaltenen Gipfeln und Knippen umgeben, stellt sich der Kraterkessel des Antisana dar, an dessen Innenwänden gewaltige Eismassen herabziehen, dessen Grund von einem grossen, die Kraterwand in einem engen Einschnitt durchbrechenden Gletscher erfüllt ist. Viel mehr zerstört, fast nur noch von Felsen und Zacken umgeben, stellen sich die gletschererfüllten Krater des Cari-huairazo und des Altar dar; doch ist es schwer zu bestimmen, inwieweit diese Formen von der ursprünglichen Bildung herrühren und welcher Antheil der Gletschererosion zugeschrieben werden muss.

Schlussbetrachtungen. Die flüchtige Uebersicht der Gletscherentwicklung und der Gletscherwirkung in Ecuador — denn das über die vulkanischen Schneeberge Gesagte gilt mit geringen Abweichungen auch für die isolirt sich erhebenden Schneeberge der älteren Gesteinsformationen, wie dies der Sara-urcu und der Cerro hermoso bezeugen — zeigt, dass hier ein reiches Feld des Studiums vorliegt, dessen Bearbeitung in der Zukunft die Lösung wichtiger Fragen verspricht, zumal noch nie ein mit den Resultaten der neueren Gletscherforschung vertrauter Reisender dieses Hochgebirge betreten hat.

Beschränke ich mich auf vulkanische Gebiete in Ecuador, so dürfte als feststehend zu betrachten sein:

1. Eine Reihe der eigenthümlichsten Formen, in welchen die Vulkanberge im tropischen Hochlande von Ecuador uns entgegentreten, verdankt ihre Entstehung der Gletschererosion.
2. Alte Moränen, alte Gletscherbette und Gletscherschliffe können, an und für sich, nicht als Beweis einer allgemeinen, durch klimatische Veränderungen bedingten Eiszeit gelten; denn die Gletscher arbeiten langsam, aber sicher an ihrer eigenen Vernichtung.
 - a) indem durch die am Grunde des Flachgletschers stets wirk-same Erosionsthätigkeit die Sohle des Gletscherthales vertieft wird, so dass der Gletscher sein Bett mehr und mehr in das

Gebirge einsenkt, bis es zu einer Höhenlage herabgerückt ist, deren Temperaturverhältnisse das Schmelzen des Eises und damit die Verringerung der Gletschermassen, deren Rückzug und schliesslich die Vernichtung des Gletschers bedingt;

b) indem die rückwärts einschneidenden Gletscher den Berg zerstören, der ihre Firnfelder trägt.

3. Ein flacher vulkanischer Dom mit einer centralen, unvermittelt aufsteigenden Felspyramide, an deren Fuss radial angeordnete, die äussere Form des Berges nicht wesentlich beeinflussende Einsenkungen, Kare, sich finden, deren flacher Thalboden von steilen Wänden umgeben ist, die im Hintergrund amphitheatralisch sich an die schroffen Felsen der Gipfelpyramide anschliessen und deren Gewässer in flacheren Rinnen steil am Aussenhange des Berges abfliessen, weisen ganz unzweideutig auf alte Vergletscherung, weisen darauf hin, dass wir es mit einem durch Gletschererosion schon stark zerstörten Gebirge zu thun haben.

Gletschererosion in Afrika. Auch ausserhalb Amerikas werden an vulkanischen Bergen ähnliche Verhältnisse sich finden, doch dürften darüber kaum verwendbare Beobachtungen vorliegen; nur darauf möchte ich hinweisen, dass, wie im tropischen Afrika der Kibo, dessen Form und Gestalt uns durch die vortrefflichen Beschreibungen und Abbildungen des Herrn Hans Meyer fast wie die eines europäischen Vulkans vertraut sind, als ein Ebenbild des Chimborazo sich darstellt, im Kenia¹⁾ ein ins Grosse und Gewaltige ausgebauter Quilindaña uns entgegentritt. Trifft der Vergleich zu, dann möchte Herr Gregory mit der Annahme, dass der Rückgang der Gletscher von lokalen Verhältnissen abhängig ist, doch nicht so ganz im Unrecht sein.²⁾

Auch der Mawenzi³⁾ scheint nach Herrn Meyers Abbildungen und Beschreibung seine heutige Gestalt der Gletschererosion zu verdanken. Betrachtet man die Abbildung und Reconstruction auf Seite 309 des Kilimandjaro-Werkes, so möchte man wohl glauben, dass zwischen dem Hauptgipfel und der Liebertspitze die Eiskalotte des Berges sich

¹⁾ Abb. in: v. Hühnel, Zwischen Rudolph-See und Stephanie-See, 1892, S. 401; Bergprofile, Sammlung während Graf Teleki's Afrika-Expedition, 1890, Taf. 16. 17 u. 18; Denkschriften der math.-naturw. Classe der K. Akad. der Wissenschaften, Bd. LVIII, 1891, Taf. I, Fig. III, IX.

²⁾ Hans Meyer: Der Kilimandjaro, 1900, S. 375—377; J. W. Gregory: Contributions to the Geology of British East Africa. Part I. The glacial Geology of Mount Kenia. The Quarterly Journal of the Geological Society of London, Vol. L, 1894, p. 515—530; die von H. J. Mackinder (A Journey to the Summit of Mount Kenia, British East Africa, The Geographical Journal, Vol. XV, 1900, p. 455—456) gegebene Karte der Gipfelregion zeigt deutlich alte Gletscherbetten mit kleinen Seen im Grund.

³⁾ Hans Meyer, ebenda, S. 308—313 und zugehörige Abbildungen.

herabzog und dass der am Abhang aufragende Felszacken einer „Tahoma“, im Sinne Russells, entspricht. Ist aber durch Gletschererosion die Schnee- und Eisbedeckung des Mawenzi wesentlich verringert worden, so müsste die dadurch bedingte Veränderung in der Abkühlung der umgebenden Luftschichten — neben der auch dort wirkenden Gletschererosion — die Gletscherbildung am Kibo wesentlich beeinträchtigen. Wie das Farbenbild, Seite 231 des Kilimandjaro-Werkes, zeigt, weisen die Gipfelabhänge des Kibo, genau wie die des Chimborazo, tiefe Kare, also die deutlichsten Spuren der zerstörenden Wirkung der Gletschererosion, auf. Ich gebe diese Vermuthungen unter allem Vorbehalt; denn es ist immer gewagt, Verhältnisse zu beurtheilen, welche man nicht aus eigener Anschauung kennt.

Vielleicht darf ich noch daran erinnern, dass nach Sir H. Jonstons¹⁾ Messungen die Gletscher am Ruwenzori bis 4023 Meter Höhe herabreichen.

Litteratur. Findet sich auch der Quilindana in älteren geographischen Handbüchern, sowie in Reisebeschreibungen erwähnt, so war er doch bis zur Zeit unserer Reise ein völlig unbekanntes Gebirge.

Ich kann deshalb nur unsere Höhenmessungen²⁾ und Herrn Stübels³⁾ Schilderungen und Abbildungen anführen.

Im Folgenden gebe ich eine Zusammenstellung der auf die Schnee- und Eisbedeckung der ecuatorialen Berge bezüglichen Messungen.⁴⁾

Die ersten Angaben über die Schneegrenze in Ecuador rühren von den französischen Akademikern her, nach welchen der Gipfel des Rucu-Pichincha ungefähr die untere Schneegrenze erreichen soll. Bouguer⁵⁾ giebt die Höhe des Berges zu 2434 Toisen (4744 m), La Condamine⁶⁾ setzt, in der Inschrift auf dem Stein in Quito, die Schneegrenze in 2432 Toisen (4740 m). Wie in so vielen Fällen, haben auch hier die französischen Gelehrten, mit grossem Takt, eine ziemlich richtige Mittelzahl aus der Mannigfaltigkeit der beobachteten Thatsachen abzuleiten verstanden.

Alexander von Humboldt hat sich eingehend mit der Bestimmung der Schnee-

¹⁾ The Geographical Journal, Vol. XVII, 1901, p. 42.

²⁾ W. Reiss y A. Stübel: Alturas tomadas en la Republica del Ecuador en los años de 1871, 1872, 1873. Quito 1873, p. 22.

³⁾ A. Stübel: Die Vulkanberge von Ecuador, 1897, S. 140—145, Abb. S. 407; Wolf: Ebenda, S. 428, Gesteine des Quilindana.

⁴⁾ G. Schwarze: Die Firngrenze in Amerika, namentlich in Südamerika und Mexiko. Mitth. d. Vereins für Erdkunde zu Leipzig, 1899, S. 1—52, und: Verbreitung der Gletscher in den West-Gebirgen Amerikas. Ausland 1891, No. 11 u. 12.

⁵⁾ Figure de la terre, 1749, p. XLV—XVI.

⁶⁾ Journal du Voyage, 1751, p. 163.

grenze in den Tropen beschäftigt und in mehreren berühmten Abhandlungen die erlangten Resultate und die daran sich anknüpfenden Folgerungen dargelegt. Ich will mich darauf beschränken, die auf Ecuador bezüglichen Messungen nach der letzten dieser Veröffentlichungen hier wiederzugeben.

Westcordillere

Rucu-Pichincha ¹⁾	2460 Toisen	4795 m. b.
Guagua-Pichincha	. . . . .	2455 "	4785 " "
Corazon	. . . . .	2458 "	4791 " t.
Chimborazo	. . . . .	2471 "	4816 " "

Ostcordillere

Antisana	. . . . .	2493 "	4859 " "
Cotopaxi	. . . . .	2490 "	4853 " "

Die Messungen sind theils trigonometrisch (t.), theils barometrisch (b.) in den Monaten Februar bis Juni des Jahres 1802 ausgeführt.²⁾

Boussingault³⁾ hat 1831 die folgenden Höhen für die untere Schneegrenze an den Bergen Ecuadors gemessen. Es dürften wohl alle seine Angaben auf barometrischen Messungen beruhen:

Chimborazo	. . . . .	4868 m
Antisana	. . . . .	4871 "
Cotopaxi	. . . . .	4804 "

Hall,⁴⁾ der gleichzeitig mit Boussingault in Ecuador beobachtete, giebt für die Schneegrenze die folgenden Werthe:

Chimborazo, December	. . . . .	16000 E. F	4877 m
Cayambe, October	. . . . .	14217 "	4333 "
Antisana	. . . . .	15838 "	4828 "
Cotopaxi, November	. . . . .	15646 "	4769 "

¹⁾ Bekanntlich hat von Humboldt die Namen der beiden Pichincha-Gipfel verwechselt; ich habe hier die heute gebräuchlichen Namen eingesetzt.

²⁾ *Asie centrale*, 8^e, 1843, III, p. 255, u. Kleinere Schriften, 1833, S. 172.

³⁾ *Rapport sur les travaux géographiques et statistiques exécuté dans la république de Venezuela, d'après les ordres du Congrès par M. le Colonel Codazzi*. C. R. XII, 1841, p. 476.

⁴⁾ *Excursions in the neighbourhood of Quito and towards the Summit of Chimborazo, in 1831*. By Col. Hall of Quito: *The Journal of Botany being a second series of the Botanical Miscellany*; by W. J. Hooker. I, 1834, p. 343.

Schon A. von Humboldt hat die Richtigkeit der Cayambe-Messung bezweifelt; dieselbe dürfte sich wohl auf das Ende eines Gletschers, nicht aber auf die Schneegrenze beziehen; so glaube ich wenigstens die der Höhenangabe beigefügte Bemerkung deuten zu sollen.

M. Wagner, dem wir eine Reihe gehaltvoller Abhandlungen und zuverlässiger Beobachtungen über das Hochland von Ecuador verdanken,¹⁾ hat seine Aufmerksamkeit ebenfalls der Bestimmung der Schneegrenze zugewandt und dabei in den Jahren 1858 bis 1859 die folgenden Resultate erlangt:²⁾

Cotacachi, im Mai	14 814 P. F. =	4812 m
Rucu ³⁾ -Pichincha, im Juni . .	14 770 „ =	4797 „
Guagua ⁴⁾ -Pichincha, im Mai .	14 791 „ =	4805 „
Iliniza, im December	14 538 „ =	4722 „
Cari-huai-razo, im Januar . .	14 880 „ =	4833 „
*Chimborazo, Nordseite . . .	14 932 „ =	4856 „
— — — — —		
*Cotopaxi, Südseite, im December	14 337 „ =	4657 „
Tunguragua, im Februar . . .	14 650 „ =	4759 „
Altar, im Februar	14 876 „ =	4832 „

Sämmtliche Messungen sind barometrisch ausgeführt, und zwar sind die im vorstehenden Verzeichniss durch ein vorgesetztes Sternchen bezeichneten Höhen,⁵⁾ am Chimborazo und am Cotopaxi, mit guten Instrumenten und unter Zugrundelegung gleichzeitiger Beobachtungen in Latacunga erlangt, während bei den übrigen Beobachtungen weniger zuverlässige Barometer benutzt werden mussten.

Mit Moritz Wagner beginnt eine neue Phase unserer Kenntniss der Schnee- und Eisverhältnisse Ecuadors. Denn während alle seine Vorgänge das Dasein von Gletschern entschieden bestritten,⁶⁾ gelang es ihm, im Kraterkessel des Altar einen grossen, wirklichen Gletscher zu entdecken und dessen Natur festzustellen.⁷⁾

¹⁾ Naturwissenschaftliche Reisen im tropischen Amerika. 1870. 8, 407—421. 435—432.

²⁾ Ebenda, 8, 628.

³⁾ Von Wagner als Gungua-Pichincha bezeichnet.

⁴⁾ Von Wagner als Muzo-Pichincha bezeichnet.

⁵⁾ Die Details in Bezug auf diese beiden Messungen finden sich in der zu Seite 625 des genannten Werkes gehörigen Tabelle: Uebersicht einiger Höhenbestimmungen u. s. w.

⁶⁾ A. v. Humboldt, *Asie centrale*, III, p. 264—266.

⁷⁾ Nat. Reisen, 8, 467. In dem benachbarten Colombia waren sowohl Gletscher, wie auch Spuren alter Vergletscherungen von Codazzi schon früher erkannt worden (Codazzi in: Felipe Perez, *Geografía física i política de los Estados Unidos de Colombia*, 1863, p. 409 u. s. w.). Die heutige Vergletscherung und die alten Moränen Colombias kann ich nicht in den Bereich dieser Betrachtung ziehen, da noch

Die in Quito veröffentlichten Höhenmessungen von W. Reiss und A. Stübel enthalten eine Reihe von Angaben über die Höhe der Schneegrenze und der Gletscherenden in den ecuatorianischen Anden, gemessen in den Jahren 1869—73.¹⁾ Da ich im Folgenden die Resultate in etwas anderer Form wiedergebe, muss ich, um Irrthümern vorzubeugen, die Entstehungsweise dieser Höhenverzeichnisse belichten. Die Veröffentlichung wurde veranlasst durch den Wunsch, den Bekannten und Freunden in Ecuador, welche unseren Reisen und Forschungen ihre Unterstützung zu Theil werden liessen, allgemein verständliche Resultate unserer Arbeiten zugänglich zu machen. Dazu eigneten sich vor Allem die rasch und genau zu berechnenden Höhenmessungen; denn in einem tropischen, von tiefen Thälern und Einsenkungen durchzogenen Hochgebirge, zmal wenn es zu Höhen ansteigt, wie die Cordillern Ecuadors, bildet die Höhenlage eines Ortes, einer Hacienda, einen der wichtigsten Faktoren zur Beurtheilung seines Klimas und seiner Produktionsfähigkeit. Jedermann will gern wissen, in welcher Meereshöhe er lebt, welche Höhen und Tiefen er bei seinen Reisen überwinden muss.

Da wir meist getrennt reisten, jeder seine eigene Weg ging, der Eine diesen, der Andere jenen Theil der Cordillere zuerst besuchte, war es uns möglich, bereits im Jahre 1873 ein ziemlich vollständiges Höhenverzeichniss für den nördlichen Theil der Republik, his Cuenca, fertigzustellen. Die veröffentlichten Höhen geben daher nur zum Theil das Mittel aus den Beobachtungen von Reiss und Stübel, meist beruhen sie auf den Messungen, welche Einer von uns ausgeführt hat, während die später von dem Anderen an denselben Bergen vorgenommenen Höhenbestimmungen vorläufig unberücksichtigt bleiben mussten. Es enthalten also unsere in Quito gedruckten Höhenverzeichnisse für eine Reihe von Bergen die von Herrn Dr. Stübel erlangten Resultate, während für eine andere Reihe die von mir gewonnenen Werthe eingesetzt werden mussten.

Für den vorliegenden Zweck schien es mir besser, die einzelnen Messungen ihrem Urheber zuzuschreiben, da die Angaben schwanken werden, je nach der Art und Weise, wie der Beobachter den Begriff der Schneegrenze auffasst; auch habe ich in der fol-

zu wenig darüber bekannt ist. Nach Herrn Hettners (Petermanns Mitth., Ergänzungs. 104, S. 62) Beobachtungen finden sich am Urcui alhe Moränen bis zu 3880 Meter Höhe; Herr Sievers (Zeit. d. G. f. E. u. B. XXIII, 1888, S. 82) giebt für die Höhenlage der alten Moränen an der Sierra nevada de Santamarta 3600 m an; doch liegt hier keine Messung, sondern eine Schätzung vor, die noch der Bestätigung bedarf. Inwieweit die von beiden genannten Herren in verschiedener Weise gedeuteten Schotterterrassen hier zu berücksichtigen wären, müssen spätere Untersuchungen entscheiden. Ich für meine Person glaube, mit Herrn Hettner, dass die Schotterablagerungen unabhängig von allen Gletschern entstanden sind.

¹⁾ *Alturas principales tomadas en la República del Ecuador, en los años de 1870 y 1871 por W. Reiss y A. Stübel.* I. Las Provincias de Imbabura y Pichincha, Quito 1871, und: *Alturas tomadas en la República del Ecuador, en los años de 1871, 1872 y 1873 por W. Reiss y A. Stübel.* II. Las Provincias de Pichincha Leon y Tungurahua, de las Rios, del Chimborazo y Azuay, Quito 1873.

genden Zusammenstellung die Anordnung etwas geändert, um die Uebersichtlichkeit zu erleichtern. Kleine Abweichungen gegen die Angaben der in Quito veröffentlichten „Alturas“ glänze ich nach genauer Durchsicht meiner Tagebücher anbringen zu müssen. Es ist nämlich oft recht schwer, die untere Schnee- und Gletschergrenze aneinander zu halten, da bei manchen Bergen, z. B. am Cotopaxi, Antisana u. s. w., mächtige Eismassen den unteren Rand der Schneebedeckung bilden, während bei anderen, z. B. am Cotopaxi und Sangay, die Gletscherenden durch Aschenschichten verhüllt sind; am Chimborazo dagegen erschweren es die ausgedehnten Schnttmassen, welche den unteren Gletschertheil bedecken, das Ende der Eiszüge zu erkennen.

Nun bildet die Schneegrenze in Ecuador keine horizontal am Abhang der Berge verlaufende Linie, wie man dies nach den Angaben A. von Humboldts erwarten sollte. Vielmehr zeigt der Verlauf derselben mannigfache Ans- und Einbuchtungen: Felsgrate ragen am Abhang durch den Schneemantel empor, Schneefelder verlaufen gegen den Fuss des Berges, und langgestreckten Ausläufern gleich ziehen die Gletscherzungen zu Thal. Die horizontale Schneelinie bildet nur der frisch gefallene Schnee. Freilich sieht man auf den meisten Bildern ecuatorianischer Schneeberge die horizontal verlaufende Schneegrenze. Das kommt aber daher, dass man meist nach Regen- oder Schneewetter den hohen Berggipfel plötzlich klar und unverhüllt erblickt, dann auch freilich immer im Schmucke frisch gefallenen Schnees. Nur bei längerem Aufenthalt am Fuss der Berge und bei oft wiederholter Beobachtung wird man sich ein richtiges Bild über den Verlauf der Schneegrenze machen können. Einen viel besseren Begriff vom Anblick eines ecuatorianischen Schneeberges als die Humboldt'schen Bilder, giebt die von Freiherrn von Thielmann veröffentlichte Radirung des Cotopaxi¹⁾. Die Bestimmung der Schneegrenze hietet also auch unter dem Aequator ihre Schwierigkeiten. Ich habe als Schneegrenze stets diejenige Linie angenommen, welche die untere Grenze der zusammenhängenden, dauernden Schnee- und Eismassen verbindet, abgesehen von den die gleichmässige Schneefläche anwärts durchbrechenden Felsgraten, wie von den abwärts sich erstreckenden Gletschern. Es entspricht dies der „wirklichen Schneegrenze“ Richters²⁾ und deckt sich mit der nach Ratzels³⁾ Vorgang von Klengel⁴⁾ aufgestellten Definition, zumal Firnflecken an den Schneebergen Ecuadors kaum vorkommen.

Die so bestimmte Schneegrenze lässt den Einfluss der aus dem Amazonasbecken

¹⁾ Vier Wege durch Amerika, S. 444, nach A. 800bel.

²⁾ E. Richter, Die Gletscher der Ostalpen, 1888, S. 10, 278.

³⁾ Fr. Ratzel, Zur Kritik der sogenannten „Schneegrenze“: Leopoldin Heft XXII. Jahrg. 1886, S. 186, 201, 230.

⁴⁾ Fr. Klengel, Die historische Entwicklung des Begriffes der Schneegrenze von Bouguer bis auf A. von Humboldt 1726—1820, S. 113; Mith des Vereins für Erdkunde zu Leipzig 1888, 1889, S. 100—191.

aufsteigenden, mit Wasserdünsten beladenen Luftströmungen erkennen, zeigt aber auch sonst noch mancherlei Schwankungen, deren Ursachen wohl in den lokalen Verhältnissen zu suchen sind.

Eine Reihe von Angaben über die höchsten schneefreien Punkte, also die Höhen, welche man, ohne Schnee und Eis zu betreten, erreichen kann, mussten wegbleiben, sollte die Tabelle in übersichtlicher Weise verständlich sein. So kann man z. B. an der Nordseite des Chimborazo Höhen von 5000 Meter und mehr erreichen, ohne Schnee zu betreten, und am Cotopaxi führte 1872 ein schneefreier Streifen von der Schneegrenze bis zum Südwest-Gipfel des Berges, also bis zu 5922 Meter. Solche durch lokale Ursachen bedingte Abweichungen müssen bei der Bestimmung der Schneegrenze ausgeschlossen werden: einmal sind es schroff abfallende Felsen, an welchen entweder kein Schnee haften kann, oder von welchen er durch die heftigen in diesen Höhen herrschenden Winde weggeweht wird; das andere Mal wird durch die innere Wärme frischer Lavaströme der fallende Schnee zum Schmelzen gebracht.

*Höhen der Schneegrenze und der Gletscherenden an den Schneebergen
Ecuadors nach W. Reiss und A. Stübel 1871—1874.*

Name des Berges	Gipfelhöhe Höhen in Metern.	Schneegrenze	Gletscherenden
West-Cordillere.			
Cotacachi (XII. 70)	4966 t. R.		
Südwestseite		4705 b. R.	4597 b. R.
Ostseite		4694 t. „	4537 t. „
„		4620 „ „	
Südseite			4499 „ „
Rucu-Pichincha	4737 „ „		
Guagua-Pichincha	4787 „ „		
Corazon (VIII. 70)	4816 „ „	4679 b. „	
Iliniza (XI. 72)	5305 „ „		
Nordwestseite		4771 „ „	
Westseite		4653 „ „	4484 b. „
Carihuairazo (VII. 73)	5106 „ „		
Südseite		4675 „ „	
Ostseite			4386 „ St.
„			4354 „ R.
Nordseite			4500 „ R. St.

Name des Berges	Gipfelhöhe	Schneegrenze	Gletscherenden
Chimborazo (VII. 73)	6310 t. R.		
Nordseite		4862 b. R.	4255 b. R. (VI. 74)
"		4916 " "	
Südwestseite			4358 " "
Südseite		4763 " St.	
Südostseite		4714 " R.	4550 " St.
"			4516 " R.
Ostseite		4616 " "	4388 " "
Ost-Cordillere.			
Cayambe (III. 71)	5840 t. R.		
Nordseite		4672 b. R.	4510 b. R. ¹⁾
"			4400 " St.
Nordostseite		4398 " "	4134 " R.
Ostseite			4298 " "
Saraurcu (VII. 71)	4725 b. Whympcr		
Westseite		4364 " "	4176 " "
Antisana (II. 72)	5756 t. R.		
Nordwestseite		4784 " St.	
Nordseite		4721 " R.	
Westseite		4694 " "	
Südwestseite			4620 " "
"			4618 " St.
Südostseite			4216 " R.
Sincholagna	4988 " "		
Nordseite		4577 " St.	
Quilindaña (IV. 72)	4919 " "		
Nordseite			4470 " "
Cotopaxi (IV. 72)	5943 " "		
Nordseite		4741 " R.	
Nordwestseite		4763 " "	
Westseite (XII. 72)		4627 " "	
Südseite		4629 " "	

¹⁾ Unteres Ende der Endmoräne = 4305 m.

Name des Berges	Gipfelhöhe	Schneegrenze	Gletscherenden
Cotopaxi (Forts.)			
Ostseite		4646 b. R.	4512 b. R.
"		4572 " "	4300 " "
"		4555 " "	4230 " "
Cerro hermoso (L. 73)			
Westseite	4576 t. R.		4242 t. "
Tunguragua (Ill. 74)	5087 " "		
Nordwestseite		4600 " St.	
Südseite			4272 b. St.
"			4197 " R.
Altar (IV. 74)	5404 " "		
Westseite			4028 " St.
			3978 " R.
Sangay (IX. 75)	5323 " "		
Südseite			4308 " "
Südostseite			4197 " "

t. = trigonometrische, b. = barometrische Messungen.

R. = Reiss, St. = Stübel.

Das beigelegte Datum bezieht sich auf die Messungen von W. Reiss.

In Herrn Whympers Höhenverzeichnis finde ich nur eine hier zu verwertende Messung:

Antisana¹⁾, Fuss des Gletschers, Westseite, März 15 295 Feet = 4662 m;
denn die Angabe

Chimborazo²⁾, Halt für Schneegrenze, Juli 16 703 Feet = 5100 m

kann sich unmöglich auf die wirkliche Schneegrenze beziehen; es handelt sich hier wohl um das obere Ende eines durch den Schneemantel des Berges aufragenden Felsgrates, auf welchem Herr Whymper bei seinem Abstieg zum ersten Male wieder festes Gestein betrat. Erhalten wir somit nur einen geringen, zahlenmässig ausdrückbaren Beitrag zur Bestimmung der Schneegrenze in Ecuador, so bilden andererseits sowohl die karto-graphischen Darstellungen, wie die im Text zerstreuten Abbildungen werthvolle Beiträge zur Kenntniss der Schnee- und Eisverhältnisse Ecuadors, und der aufmerksame Leser wird in den oft recht plastisch geschilderten Bergbesteigungen weiteres Material auf-

¹⁾ Travels amongst the Great Andes of the Equator, 1892, pag. 490, No. 30.

²⁾ Ebenda. p. 491, No. 68.

Es scheint mir fraglich, ob Mittelzahlen, welche auf so kleine Beobachtungsreihen sich stützen, bei welchen die einzelnen Beobachtungen bis 200 und 300 Meter vom berechneten Mittel abweichen, bei welchen somit die extremen Fälle ein allzu-grosses Gewicht erlangen, überhaupt eine Berechtigung haben. Die Beobachtungen müssen vermehrt werden, so dass man den lokalen Einflüssen Rechnung tragen kann. Dabei dürfte sich herausstellen, dass nicht eine für den Aequator gültige Schneegrenze in Betracht kommt, dass vielmehr für bestimmte Gruppen von Bergen die Schneegrenze in verschiedenen Höhen liegt, je nach den herrschenden klimatischen und orographischen Verhältnissen.

Nach unseren Messungen finden sich die Extreme der Schneegrenze in der

Westlichen Cordillere	am Chimborazo . . .	4862 m	} Unterschied
	am Chimborazo . . .	4616 „	
Oestlichen Cordillere	am Antisana . . .	4784 „	} 246 Meter
	am Sarauren . . .	4364 „	

Die Extreme der Gletschergrenze in der

Westlichen Cordillere	am Cotacachi . . .	4597 m	} 342 Meter
	am Chimborazo . . .	4255 „	
Oestlichen Cordillere	am Antisana . . .	4620 „	} 642 Meter.
	am Altar . . .	3978 „	

Für beide Cordilleren ergeben sich die Extreme der Unterschiede in der Höhe

der Schneegrenze.	Chimborazo . . .	4862 m	} zu 498 Meter
	Sarauren . . .	4364 „	
der Gletschergrenze,	Antisana . . .	4620 „	} zu 642 Meter.
	Altar . . .	3978 „	

Aus den Messungen der verschiedenen Beobachter würden sich folgende Mittel für die Schneegrenze in Ecuador ergeben:

Bouguer und La Condamine	4742 m
von Humboldt (6 Beobachtungen)	4816 „
Boussingault (3 Beobachtungen)	4848 „ ¹⁾
Hall (4 Beobachtungen)	4702 „
Wagner (9 Beobachtungen)	4786 „
Reiss (23 Beobachtungen)	4665 „
Stübel (4 Beobachtungen)	4681 „

¹⁾ nicht 4720 m, wie in v. Humboldts kleineren Schriften Seite 172 steht.

Die Beobachtungen von Hall zeigen deutlich, welche Rolle der Zufall bei solchen Mittelzahlen spielt; schließt man nämlich die Messung am Cayambe aus, so erhält man 4827 m als Höhe der Schneegrenze, statt 4702 m.

Der Gipfel des Cerro hermoso erreicht nicht einmal die Höhe der für die Ost-Cordillere gefundenen Schneegrenze, er liegt 91 Meter unter dem für beide Cordilleren gefundenen Mittel der Schneegrenze, und doch ist der Cerro hermoso ein nicht unbedeutender Schneeberg.

Eine Vergleichung der ebnatorianischen Schnee- und Eisverhältnisse mit den Schneegebirgen Europas lässt trotz grosser Uebereinstimmung doch fundamentale Unterschiede erkennen. Die europäischen Gebirge waren nahezu in ihrer heutigen Gestalt vorhanden¹⁾ als die Vergletscherung eintrat. Die Abhänge der Gebirge waren bereits durch die Einwirkung der Erosion zerschnitten und von tiefen Thälern durchzogen, in welche die Gletscher sich einlagerten, deren Vertiefungen sie ausfüllten und über deren Umwallung sie überquollen. Die gewaltigen Gletscher der Eiszeit haben nicht die Erosionsformen der Gebirge erzeugt; sie haben nur verhältnissmässig geringe Veränderungen in denselben hervorgerufen. Die Vulkanberge Ecnadors dagegen sind durch langsame Anhäufung der vulkanischen Ausbruchsmassen ganz allmählich in die Region des ewigen Schnees hineingewachsen: Der über die Schneegrenze aufragende Theil der Berge und die sie bedeckenden Eiskalotten sind gleichzeitige Bildungen. Hier fanden die Schneemassen keine vorgebildeten Wasserrisse, welche sie zu Karen erweitern, die Gletscher keine Thäler, deren Grund sie umgestalten konnten. Die Abhänge thätiger Vulkanberge werden durch die losen Auswurfsprodukte ausgeebnet, und erst tief am Abhang werden Wasserrisse sich bilden können; denn die losen Schlacken, die frischen Lavenströme, aus welchen die Berggipfel bestehen, sind wasserdurchlässig: alle Feuchtigkeit wird in diesen porösen Massen versickern und erst tiefer am Berge, auf älteren Schichten als Quellen hervortretend, die Veranlassung zur Bildung von Wasserläufen und Thalfurchen geben. Wenn die vulkanische Thätigkeit erloschen ist, oder in langen Ruhepausen des Vulkans, werden, in Folge der Zersetzung sowie durch Einschwemmung von Asche und Staub, die porösen Gesteine für die Feuchtigkeit undurchlässig, und erst dann kann die erodirende Wirkung des fließenden Wassers auch nahe dem Gipfel sich bemerkbar machen. Davon kann aber hier nicht die Rede sein, denn sobald die Vulkangipfel die klimatische Schneegrenze überschritten haben, wird alle Feuchtigkeit in Gestalt von Schnee und Eis niedergeschlagen werden; die in die Schneeregion aufragenden Vulkangipfel werden von Anbeginn an der erodirenden Wirkung des

¹⁾ A. Penck. Die Vergletscherung der deutschen Alpen, 1882, S. 331 ff.

fließenden Wassers entzogen sein.¹⁾ Alle durch Erosion erzeugten Unebenheiten, die tiefen Gletschermulden, die Kare, müssen durch die erodirende Wirkung des Eises entstanden sein.²⁾ Ecuador bietet uns also, im Gegensatz zu den europäischen Verhältnissen, das Schnee- und Eisphänomen in seiner einfachsten Form. Dazu kommt noch, dass während in Europa die Schneeberge Theile grosser, vielfach gegliederter, oft wenig übersichtlicher Gebirge bilden, es sich in Ecuador um einfache, der Kegelform sich nähernde Gipfel handelt, so dass auch in Bezug auf ihre Gestalt die cenotorianischen Schneeberge die einfachsten Verhältnisse bieten.

In seinen „Geomorphologischen Studien in den Hochalpen“ hat Herr E. Richter darauf hingewiesen, dass die höchsten Berggipfel in allen Welttheilen ähnliche Gestalten aufweisen und dass sie diese, sie vor ihrer Umgebung auszeichnende Gestalt der Eis- und Schneebedeckung, sowie vor allem der Gletschererosion verdanken. Es sind dieselben Formen, welche wir an den durch Gletschererosion bereits stark zerstörten Vulkanbergen Ecuadors kennen gelernt haben. So klar und einfach schildert Herr Richter diese Umwandlung, dass ich es mir nicht versagen kann, die Gleichartigkeit der Vorgänge in den Alpen und den Anden, theilweise wenigstens, in seinen eigenen Worten anzuführen. Die höchsten Gipfel sind durch ihre Schneehülle gegen die zerstörenden Einwirkungen der Atmosphären und der Erosion des fließenden Wassers geschützt, ihre Flanken aber werden durch die rückwärtsschreitenden, von allen Seiten den Berg umgebenden Amphitheater oder Cirken fortwährend benagt. „Während also der Gipfel des Berges so gut als unverändert bleibt, wird seine Umgebung erniedrigt und seine eigenen Flanken werden zurückgeschoben. Er muss also immer dünneleibiger werden und sich immer isolirter aus seiner Nachbarschaft erheben; es muss eine Differenzirung zwischen ihm und seiner Nachbarschaft eintreten“. . . „Die Reduction des Berges von der Seite her bei Erhaltung der Gipfelhöhe wird ihn schliesslich so schlank machen, dass sich keine Firnhaut auf seinem Scheitel mehr erhalten kann (Matterhorn, Uchba). Dann muss natürlich ein rapider Verfall eintreten, und die Abnahme der Höhe bis zum allgemeinen Niveau der umliegenden Gipfel ist nur eine Sache relativ kurzer Zeit.“³⁾ Ja weiterhin spricht Herr Richter geradezu von einer „Enthauptung des Gebirges“ an der Schneegrenze.⁴⁾ Das passt Wort für Wort auf die cenotorianischen Schneeberge und zeigt klar und deutlich,

¹⁾ Herr E. Richter setzt das Gleiche bei den höchsten Alpengipfeln voraus: Geomorphologische Studien in den Hochalpen, Petermanns Mitth., Ergänzungsheft Nr. 132, 1900, S. 63, 64.

²⁾ Zu gleichen Resultaten gelangt Herr E. Richter in Bezug auf norwegische Kare. Ebenda S. 3.

³⁾ Geomorphologische Studien in den Hochalpen, S. 64.

⁴⁾ Ebenda S. 78 das Profil der Abtragungsebene der Seethaler Alpen; Dem mit Gipfel, zu vergleichen mit den vier von Herrn Stübel gegebenen Abbildungen des Rucu-Pichincha, Sinchologu, Cotacachi und Quilindisa; Vulkanberge, S. 407.

wie gleichartig die Wirkung der Gletschererosion in den verschiedenartigsten Zonen und in den verschiedenartigsten Gesteinsformationen sich geltend macht.

Allerdings meint Herr Richter, „die Vulkane fallen, wie sich versteht, aus der Reihe“, fügt dann jedoch hinzu: „Wenn aber die Zerstörung vulkanischer Gipfel sehr weit vorgeschritten ist, so nähert sich die Form wieder der der anderen nichtvulkanischen Berge, also solcher Felskörper, die durch Denudation aus grösseren gehobenen Massen herausgearbeitet sind“. ¹⁾ Dass dies in vollem Maasse richtig ist, glaube ich durch die vorstehende Untersuchung über die Schneeberge Ecuadors gezeigt zu haben.

Wie an den Gletschern der europäischen Schneeberge, so dürften wohl auch an den Gletschern der ecuatorianischen Vulkane Perioden des Vorstosses und Perioden des Rückganges zu beobachten sein. Eine der Ursachen, welche Veränderungen in der Grösse der Gletscher herbeiführen können, scheint sich mir aus der folgenden Betrachtung zu ergeben. Wir haben gesehen, dass durch langsames Anwachsen der Vulkanberge die Gipfel in die ewige Schneeregion gelangen, dass also neue Schneeberge von Zeit zu Zeit entstehen werden; wir haben weiter gesehen, dass nach Erlöschen der vulkanischen Thätigkeit der Vulkanberg der Zerstörung anheimfällt, dass in Folge der vereinigten Erosionswirkung des Eises und des fliessenden Wassers der Schneeberg zu einem flachen, die Schneeregion nicht mehr erreichenden Dom umgestaltet wird. Vulkanische Schneeberge entstehen und vergehen, während an anderen Stellen des Gebirges neue Schneeberge aufgebaut werden. Die Gruppierung der Schneeberge wechselt, und während einst der Pichincha und der Corazon ihre Schneekuppen in die Atmosphäre erhoben, erreichen heute ihre Gipfel nicht mehr die Schneegrenze. Jeder Schneeberg wird abkühlend auf seine Umgebung wirken, sein Verschwinden die gegentheilige Wirkung haben. Es werden also kleine Klimaschwankungen stattfinden, die noch dadurch gesteigert werden können, dass zeitweilig mehrere Schneeberge nahe bei einander bestehen. So mag z. B. durch die nahe bei einander stehenden Schneeberge Sincholagua, Cotopaxi, Quilindaña eine Temperaturniedrigung erzeugt werden, welche, vereint mit der östlichen Lage des Berges, das tiefe Herabsteigen der Gletscher an der Ostseite des Cotopaxi mit bedingt. Der Quilindaña wird bald aus der Reihe der Schneeberge zu streichen sein, und auch der Sincholagua geht rasch seiner Zerstörung entgegen. Sind die Gipfel der beiden Berge bis unterhalb der Schneegrenze abgetragen, dann hört die Ursache der Temperaturniedrigung auf, die Gletscher werden sich zurückziehen, ihre Moränen aber, die Zeugen ihres früheren Standes, werden erhalten bleiben als Spuren einer lokalen Eiszeit, deren

¹⁾ E. Richter: Ebenda S. 78. Das für stark zerstörte Vulkanberge gegebene Beispiel (Altar) ist schlecht gewählt, da der Altar ein noch sehr gut erhaltener, grosser Kraterberg ist.

Ursachen nur durch ein eingehendes Studium der umgebenden Gebirge erkannt werden können. Solche „lokale Eiszeiten“ mag es oft und an den verschiedensten Punkten der Cordillere gegeben haben, und es ist höchst wahrscheinlich, dass noch vielfach alte Moränen an jetzt gletscherfreien Gehängen gefunden werden, ja wohl auch tiefer liegend als die bis jetzt bekannten Spuren alter Vergletscherung. Die Geringfügigkeit der durch das Entstehen oder Vergehen einzelner Schneeberge erzeugten Klimaschwankungen kann wohl kaum als Einwand gegen diese Annahme geltend gemacht werden; haben doch die neueren Untersuchungen über die Vergletscherung der Alpen zu der Ueberzeugung geführt, dass die grossen, die ganze Alpenkette überdeckenden und über ganz Europa sich ausdehnenden Eiszeiten nur Klimaschwankungen von wenigen Graden¹⁾ voraussetzen, und sind doch die gewiss nicht unbedeutenden Veränderungen, welche die Alpengletscher aufweisen, durch Klimaänderungen bedingt, die so klein sind, dass sie sich den Beobachtungen durch unsere Instrumente entziehen.

Noch möchte ich auf eine Schwierigkeit hinweisen, welche bei den vulkanischen Schneebergen Ecuadors das Auffinden und die sichere Bestimmung alter Moränen, also einer früher grösseren Ausdehnung der Gletscher, erschwert und oft illusorisch macht. Es muss nämlich jeder in die ewige Schneeregion aufragende Vulkanberg Schlammströme ergossen haben, wie wir sie am Cotopaxi kennen gelernt haben; denn an jedem solchen Berg müssen, zum wenigsten eine Zeit lang, die Ausbrüche in der Schneeregion stattgefunden und die glühenden Ausbruchsmassen in die Schnee- und Eisfelder der Gipfelumgebung sich ergossen haben. Schlammströme sind die unausbleiblichen Folgen solcher Ergüsse. Schlammströme und Gletschermoränen führen das gleiche Material und zeigen in vielen Beziehungen gleiche Anordnung und Ablagerungsformen ihrer Ueberreste. Dazu kommt noch, dass die Gletscher dieser Berge nur eine geringe Ausdehnung besitzen, die Gesteinsblöcke der Moränen also nur einen kurzen Transport erfahren haben und dass dieselben, der Natur des Gesteins nach, wenig geeignet sind, Gletscherspuren anzunehmen und zu bewahren.

Soweit heute unsere Erfahrungen reichen, scheinen mir keine zwingenden Gründe für die Annahme einer, auch die Cordilleren Ecuadors umfassenden, allgemeinen Eiszeit vorzuliegen. Die definitive Lösung dieser Frage, unter Abwägung aller einschlägigen Verhältnisse, wird eine der Hauptaufgaben bei der weiteren, wissenschaftlichen Durchforschung Ecuadors bilden müssen.

¹⁾ Fartsch: Die Gletscher der Vorzeit in den Karpathen und den Mittelgebirgen Deutschlands, 1882, S. 177.

Putzulagua.¹⁾

Im Süden von Latacunga tritt aus den Abhängen der Ostcordillere eine stumpf kegelförmige Kuppe hervor, die in Folge ihrer Lage einen auffallenden Punkt in dem Gebirgspanorama bildet. Mir schien der kleine Berg durch den Antritt einer zähflüssigen Lava gebildet, also eine Quellsuppe zu sein. Das Gestein ist ein Biotit-Andesit. Die absolute Höhe beträgt 3575 m²⁾. Am Westfuss liegt die Hacienda Guanailin in 2837 m, so dass also die Erhebung der Kuppe über ihre Umgebung oder ihre relative Höhe 678 Meter beträgt. Herr Wolf gibt an, dass nach der Stübel'schen Sammlung eine dunkle Basaltlava³⁾ an der Südseite der Kuppe in der Quebrada Potrerillos zu Tage tritt.

¹⁾ A. Stübel, Die Vulkanberge von Ecuador, 1897, S. 222—223, 225, 401.

²⁾ W. Reiss u. A. Stübel: Alturas etc., 1893, p. 25.

³⁾ in: A. Stübel, Die Vulkanberge, S. 433.

Nachträge:

zu Seite 102: 1856, Mai, Schlacken- und Aschenanswurf, Dampfsäule, schwache Detonationen (Schmarda).

zu Seite 153: L. K. Schmarda: Reise um die Erde in den Jahren 1853 bis 1857. Bd. III, 1861, S. 220—227.

II. Mineralogisch-petrographische Untersuchungen

von A. Young.

Einleitung.

Nachdem Herr Geheimrath Reiss im vorhergehenden Theil ein Bild des geologischen Aufbaues des in Frage kommenden Gebietes gegeben hat, möchte ich meinen mineralogisch-petrographischen Untersuchungen eine Uebersicht über die Vertheilung der einzelnen Laven und über die Einordnung in diesen geologischen Rahmen vorausschicken.

Nach der Reiss'schen Darstellung umgibt den mächtigen Cotopaxi eine Reihe einzelner Vulkanberge, die gleichsam als Trabanten diesem Hauptberge des Gebietes kranzförmig vorgelagert sind. Es sind dies der Pasochoa, der Rumihahui, der Sincholagua und der Quilindaña, welchen sich die Vallevicioso-Berge anschliessen.

Der **Pasochoa** besteht hauptsächlich aus olivinführenden Pyroxen-Andesit-Laven, welche in vielen Fällen stark zersetzt sind.

In der Nähe des Gipfels finden sich mächtige Agglomerate, vielfach von Gängen durchsetzt. Diese Gänge sind Basalte oder basaltähnliche Pyroxen-Andesite. Den Gipfel selbst bildet ein olivinführender Pyroxen-Andesit. Die Proben aus den Agglomeraten sind hypersthenreiche Pyroxen-Andesite.

Für den Unterbau des Berges ist vielleicht ein Gestein von Interesse, welches sich als Geröll bei der Vereinigung der Flüsse Sambache und Parca-yacu vorfindet. Es stellt eine besondere eisenarme Art des Pyroxen-Andesits dar und soll von mir später als Sambache-Typus angeführt werden.

Die vom **Rumihahui** gesammelten Handstücke erweisen sich als Basalte, Pyroxen-Andesite und Dacite.

Die Basalte stammen vom Panango-Gipfel und dem Panango-Hondon. Sie kommen auch als Gänge in den Schlackenagglomeraten von Capa-pamba und Llano de Tiliche vor.

Die Pyroxen-Andesite sind als Lavaströme in Capa-pamba (oder Capa-cuchu) vertreten. Sowohl diese wie die Pyroxen-Andesit-Blöcke im Grunde der Caldera zeigen manchmal einen entschieden basaltartigen Habitus.

Die Schlackenagglomerate vom Capa-pamba sind aus Blöcken von Feldspath-Basalt und Pyroxen-Andesit zusammengesetzt.

Die Dacite finden sich als Blöcke in Llano de Tiliche und im Grunde der Caldera.

Beim Aufbau des *Sincholagua* spielen basische, mitunter olivinführende Pyroxen-Andesite die Hauptrolle. Einige von diesen zeigen grosse Aehnlichkeit mit den neuen Cotopaxi-Laven (sogen. Tauripamba-Typus), andere sind von einer entschieden sauren Beschaffenheit.

Unter den Gipfelfelsen von Yahnli sind einige Dacite gefunden worden.

Ein Hornblende-Biotit-Andesit bildet den Gipfel des Cerro Chuquira. Am Gipfel des Puca-allpa befindet sich ein Gang von Hornblende-Pyroxen-Andesit.

Basalte wurden in der Quebrada Quijuar und an der Puerta de Guamaní angetroffen. Das Gipfelgestein des der Puerta naheliegenden Santo Domingo ist ein saurer Pyroxen-Andesit.

Der *Quiffindaña* besteht zum grossen Theil aus Pyroxen-Andesit-Laven; darunter sind einige von entschieden saurer Beschaffenheit.

Basische Pyroxen-Andesite mit Olivin stammen vom Rio blanco-Hondon und anderen Orten.

Einige Gerölle der Quebrada Rumi-pungu und des Rio Hondon fallen durch ihren basaltischen Charakter auf.

Verhältnissmässig reich sind Hornblende-Pyroxen-Andesite entwickelt. Sie stehen an dem Gipfel des Toruno, sowie am unteren Ende der Punta Loma an.

Die Mehrzahl der Lesestücke fand sich im Gletscherschutt an der Rückwand des Toruno. Einige gehören einer entschieden sauren Reihe an.

Die Sammlung enthält von den *Vallecitoso-Bergen* Pyroxen-Andesite von Loma de Salazar und von dem Cerro Hatun-cocha. Sowohl diese wie der Pyroxen-Andesit der García-Puñana enthalten mitunter Glimmerfetzchen und gestatten einen Vergleich mit gleich beschaffenen Picacho-Laven des Cotopaxi.

Den Gipfel der Plaza de Armas bildet ein Hornblende-Pyroxen-Andesit.

Die pyroxenarmen Hornblende-Andesite vom Fusse der Carrera Nueva zeigen mitunter eine vorzügliche perlitische Anbildung.

Au dem Aufbau des **Fussgebirges des Cotopaxi** betheiligen sich in erster Linie Tuffe, welche grössere Biotit-Andesit-Blöcke enthalten. Auch diese Andesite gehören dem noch näher zu bezeichnenden Aláques-Typus an. Die herrschenden hellen Farben dieser Andesit-Blöcke verleihen auch dem Tuffe ein grelles Aeusseres, das ihn schon von weitem an den Berghängen kenntlich macht. Ausser diesen sauren Biotit-Andesiten finden sich aber auch Blöcke von Hornblende-Andesit mit basischem Feldspath in den Tuffen vor. Diese Tuffe gehören der von Reiss aufgestellten Formation der obsidianführenden Tuffe des Cotopaxi an.

Die Bimssteine des Latacunga-Beckens, welche nach Reiss vielleicht dieser Formation äquivalent sind, sind auch Vertreter der sauren Biotit-Andesitreihe.

Der Picacho-Formation gehören die am Morro-Gipfel anstehenden Hornblende-Andesite an; sie sind gleichfalls von saurer Beschaffenheit und zeigen grosse Ähnlichkeit mit den oben erwähnten Biotit-Andesiten.

Die Hornblende-Andesite des Picacho-Berges selbst enthalten einen basischen Feldspath.

Die älteren Laven des **Cotopaxi-Kegels** sind mit wenigen Ausnahmen Pyroxen-Andesite mit Feldspath, welcher wenigstens den Kalkgehalt von Labrador erreicht und so eine recht basische Zusammensetzung besitzt.

Unter diesen Laven sind einige graue Gesteine mit Olivin, welche eine entschiedene Annäherung an die basaltische Struktur aufweisen.

Ein Hornblende-Pyroxen-Andesit gehört aller Wahrscheinlichkeit nach zu dieser Reihe. Der von A. v. Humboldt gesammelte hornblendereiche Bimsstein kann entweder zu dieser Reihe oder zu der Picacho-Formation gehören.

Eine leicht zu erkennende Gruppe bilden die neuen Lavenströme. Den Typus liefern die historischen und die von noch lebenden Forschern beobachteten Ausbrüche des Cotopaxi. Die Gesteine sind von schwarzer Farbe, reich an basischem Feldspath und führen manchmal Olivin. Hornblende und Biotit fehlen durchaus. Grade wegen dieses Umstandes ist das gelegentliche Auftreten von kleinen, zweifellos aus Hornblende oder Biotit entstandenen Resorptionsräumen, wie bei dem Diaz-chiana-Gestein, von Belang.

Die Art des Vorkommens, das Aussehen und die Struktur bilden die charakteristischen Merkmale dieser Laven. Was die mineralogische und wohl auch die chemische Zusammensetzung anbelangt, so sind sie von den älteren Laven nicht zu unterscheiden. Die gesammten Gesteine des Cotopaxikegels bilden also eine ganz zusammenhängende Reihe.

A. Mineralien.

1. Quarz.

Als ursprünglicher Bestandtheil ist Quarz nur in einer kleinen Anzahl von Daciten bekannt.

In der Grundmasse dieser Laven liegen unregelmässig begrenzte Quarzkörner zerstreut, oder aber treten zu rundlichen Haufen zusammen.

Quarz als Einsprengling ist nicht bemerkt worden. Als secundäre Bildung ist Quarz von unregelmässiger sphärolithischer Struktur in einem Dacit beobachtet worden. In demselben Gestein zeigen kleine, dunkle Einschlüsse in einem sonst einschlusssfreien Quarz eine radial-strahlige Anordnung.

Mikroskopische Anhäufungen von Quarzsäulchen mit terminalen Endigungen kommen in drusenartigen Hohlräumen eines Dacites von Rumiñahui vor.

Eine merkwürdige Erscheinung bieten die bis kopfgrossen Quarzeinschlüsse in den Laven der jüngsten Ergüsse vom Cotopaxi dar. Mehrere derselben sind noch im Gestein enthalten. Sie zeigen immer scharfe Grenzen gegen die Lava und sehen wie Fremdlinge aus.

Wie die Schliffe beweisen, besteht in diesen Einschlüssen die Masse des Quarzes aus ungefähr gleich grossen Körnern, welche sich mit krummen Nähten, wie es bei den Tiefengesteinen vorkommt, zusammenfügen. Im Quarz sind winzige, oft reihenweise angeordnete Glashäschen, manchmal in deutlichen Negativformen des Quarzes liegend, vorhanden.

Die Quarzeinschlüsse sind selbst von aderförmigen Schnüren durchsetzt. Diese sind ebenfalls holokrystallin und bestehen meistens aus körnigem Augit mit spärlichem säulenförmigen Plagioklas. Ein wenig Tridymit in dachziegelartigen Schuppen klemmt sich zwischen Quarzmasse und die Augitschnüre ein. Schon Blum hat diese Quarzeinschlüsse erkannt (siehe: M. Wagner, Naturwissenschaftliche Reisen im tropischen Amerika 1870, S. 526) und die richtige Deutung des Vorkommens (S. 527) gegeben.

Am leichtesten lässt sich die Erklärung der Erscheinung sowohl für den Quarz selbst, als für die basischen Trümer (in Uebereinstimmung mit den schon citirten Forschern) durch die Annahme geben, es seien beide fremde Einschlüsse. Irgend ein genetischer Zusammenhang mit der einschliessenden Lava ist nicht ersichtlich.

2. *Opal.*

Opal wird am häufigsten als Umwandlungsprodukt aus Feldspath beobachtet. Stellenweise bildet der Opal vollkommene, sebarf begrenzte Pseudomorphosen nach Feldspath. In solchen Fällen zeigt der Opal eine unregelmässige Ablagerung, wohl dem Gange des Zersetzungsprozesses entsprechend. Stellenweise ist der von Küch¹⁾ betonte zonare Bau bemerkbar.

Selten ist Opal als Zersetzungsprodukt des Augits und des Olivins beobachtet worden.

Eine Bombe der Picacho-Formation, Fusagebirge des Cotopaxi, enthält nebst opalisirtem Feldspath viel Opal in Mandeln. Als Einschlüsse in Opal finden sich gruppenweise vertheilte, winzige, nicht lamellirte, eckige Kryställchen mit den Polarisationsstönen des Feldspathes. Sie löschen unter Winkeln bis 40° aus und können eine Neubildung von Feldspath darstellen.

In dem Opal sind weiter sehr kleine Sphärolithe mit deutlichem, regelmässigem, concentrischem Schalenbau vorhanden. Diese Gebilde besitzen ungefähr die Polarisationsstöne des Feldspathes und erinnern an Chalcedon. Die orientirt auslöschenden Fasern sind jedoch optisch positiv.

3. *Tridymit.*

Der Tridymit ist in den verschiedenartigsten Laven dieses Gebietes ein weit verbreiteter Gemengtheil. In den Hornblende-Andesiten, in den basischeren Biotit-Andesiten, in einigen Daciten und sogar in Gesellschaft mit Quarz ist Tridymit oft in reichlicher Menge vorhanden. Auch den stark basischen Pyroxen-Andesiten und den Basalten ist er nicht ganz fremd. In den sauren Biotit-Andesiten dagegen, wie sie am Abiques-Pass vorkommen, ist Tridymit selten.

Spärlich ist unser Mineral in Krystallform entwickelt. Im Dünnschliff fallen am stärksten die quergegliederten Stangen auf, welche sich unter verschiedenen Winkeln zu Dreiecken und Kreuzen vereinigen. Diese Gebilde stellen zweifellos Querschnitte von Tridymitblättern dar, welche untereinander in einem gesetzmässigen Verhältniss nach Art der bekannten Drillinge stehen.

Am weitesten verbreitet ist aber die bekannte dachziegelartige Sebnuppenform.

¹⁾ W. Reiss u. A. Stübel: Reisen in Süd-Amerika. Geologische Studien in der Republik Columbia. I. Petrographie. Die vulkanischen Gesteine, S. 3. Berlin 1892.

Die Schuppenhaufen liegen oft frei in der Grundmasse und sind meistens von rundlicher Gestalt, in Laven mit ausgeprägter Fluidalstruktur aber langgestreckt in der Strömungsrichtung. In anderen Fällen sitzen die Haufen fest an Einsprenglingen von Feldspath, Pyroxen oder Hornblende. Diese Einsprenglinge zeigen meistens gezackte Umrisse, nicht selten aber ist die krystallographische Begrenzung scheinbar ungestört.

Gut entwickelte Schuppenhaufen zeigen bisweilen eine ziemlich scharfe, meistens sechsseitige Begrenzung (Taf. IV, Fig. 1). In diesen Gebilden ist eine ebenfalls regelmässige Anordnung der Schuppen zu beobachten. Mit dem Gypsblättchen sieht man in solchen Fällen eine unregelmässige Feldertheilung.

Es ist mir niemals gelungen, im convergenten Licht ein Axenbild zu erhalten.

In Laven, welche viele Hornblende im Zustand der randlichen Resorption oder der gänzlichen Auflösung enthalten, gesellt sich zu dem Tridymit ein dunkles, eisenreiches Pulver. In dieser Gesellschaft ist die Stangenform und die geradlinige Begrenzung der Tridymitpartieen am häufigsten zu beobachten.

Die Beispiele von stark angefressenen Feldspatheinsprenglingen mit anhaftenden Tridymiten sind sehr zahlreich. Der Regel nach fehlt das opacitische, eisenreiche Pulver dann, wenn in der betreffenden Lava Hornblende und Biotit resp. Resorptionsprodukte dieser Mineralien nicht vorhanden sind. Nicht selten sitzen aber die rundlichen Gebilde von Tridymit an den Wänden kleiner Drusen. In diesen Haufen ist mitunter eine radialstrahlige Anordnung der Schuppen deutlich bemerkbar. Kleine Fetzen eines deutlich pleochroitischen Glimmers, welche sich nicht selten in den Tridymithaufen finden, machen den Eindruck, als wären sie gleichzeitig mit dem Tridymit entstanden.

Aeusserst feine Nadelchen, welche wie die feinen Pyroxennadeln der Grundmasse aussehen, kommen als Einschluss in wohl entwickelten Tridymithaufen vor.

Zuweilen dringen auch sehr kleine Feldspathsäulchen mit idiomorpher Begrenzung in die Tridymithaufen ein und sind demnach älter als der Tridymit. Die sehr kleinen Feldspathleisten der Grundmasse sind dagegen als Einschlüsse in den Schuppenhaufen des Tridymits nicht beobachtet worden.

Schön entwickelte Tridymithaufen kommen nicht selten als Einschlüsse im Feldspath vor. Doch ist immer, bezüglich der Deutung, die Möglichkeit von quer getroffenen Einschlüssen des Feldspaths im Auge zu behalten. In fein vertheiltem Zustand nach Art der Grundmasseneinschlüsse ist Tridymit ziemlich häufig im Feldspath beobachtet.

Unter Umständen wird der Tridymit zu einem wichtigen Bestandtheil der Grundmasse, namentlich zum Beispiel in der Lava, welche im Sambache-Fluss als Geröll gefunden worden ist. Hier erscheint der Tridymit in charakteristischer Schuppenform, gewissermassen die Rolle einer Zwischenklemmungsmasse übernehmend.

Es ist auch (Taf. IV, Fig. 2) wahrscheinlich, dass der Tridymit in unzweifelhaft oberflächlichen Ergüssen die Rolle des Gesteinsglases in einer pilotaxitischen Grundmasse spielt. Mit stärkeren Vergrößerungen beobachtet, ähnelt nämlich der in Canadabalsam eingebettete Tridymit eine besondere Lichtwirkung aus. Das Mineral erscheint hell leuchtend oder dunkel, je nachdem das Objektiv unterhalb oder oberhalb der richtigen Lage eingestellt ist, welche der genauen Brennweite des Systems entspricht. Ein ähnliches Lichtspiel, in derselben Stärke wie beim Tridymit selbst, ist in der letzten Erstarrungsmasse zwischen den Feldspäthleisten mancher pilotaxitisch erstarrter Laven beobachtet worden. In solchen Fällen tritt die Entwicklung von Pyroxennädelchen in der Grundmasse zurück.¹⁾

Nach den Beobachtungen gehört die Tridymitbildung in eine jüngere Periode der Erstarrungsgeschichte.

Im Allgemeinen stehen die Erscheinungen im Einklang mit den Beobachtungen von Hautefeuille²⁾ gelegentlich einer synthetischen Arbeit über Quarz und Tridymit.

In einer Schmelze, welche die Bestandtheile von Orthoklas und wolframsaure Alkalien enthielt, stellte Hautefeuille fest, dass es von der Temperatur abhing, ob Quarz, Tridymit oder Silikat zur Ausscheidung kamen.

Besonders günstig für Tridymitbildung war eine Temperatur von 1000° C. Auch beim Sinken von höheren Temperaturen kommt eine Bildung von Tridymit auf Kosten des Silikates zu Stande. Nach den früheren Beobachtungen von G. Rose³⁾ sind Phosphor- und Borsäure fähig, eine ähnliche Rolle wie die Wolframsäure zu spielen.

4. Feldspath.

Der Feldspath, und zwar Plagioklas, ist der Hauptbestandtheil aller hier vorkommenden Laven; das Zurücktreten dieses Minerals ist immer auf unvollkommene Krystallisation zurückzuführen.

Sanidin ist in diesen Laven optisch nicht festgestellt worden. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass er unter den stark zersetzten Einsprenglingen der Dacite vertreten

¹⁾ Zujovitch berichtet über tridymitreiche Andesite: „Dans les andesites de Tolima il (le mineral tridymite) se trouve en quantité assez notable et dans certaines préparations semble même imprégner toute la roche“. Les Roches des Cordillères, Paris 1894, p. 15.

²⁾ Comptes Rendus LXXXVI, Paris, 1878, p. 192.

³⁾ Monatsberichte der Kgl. Pr. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1869, p. 449 ff. Rose erhielt Tridymit bei einer Reihe von verschiedenen Versuchen, bisweilen unter Bedingungen, welche die Wirkung von sogenannten „Agents mineralisateurs“ ausschliessen scheinen, z. B. durch Zusammenschmelzen von amorpher Kieselsäure und Natriumcarbonat, sowie von Kieselsäure mit Wollastonit, p. 451–453.

ist. Einige von diesen enthalten viel Muscovit als Zersetzungsprodukt. Auch können die einfachen, orientirt anlöschenden Leisten in der Grundmasse der Biotit-Andesite und Dacite aus Sanidin bestehen.

Möglicherweise ist Sanidin auch unter den unregelmässig begrenzten Feldspatkörnern mancher dacitisch entwickelter Grundmassen vorhanden.

Der Plagioklas dagegen ist in den verschiedenen Laven in allen Gliedern der Mischungsreihe zwischen Bytownit und Oligoklas-Andesin sicher festgestellt.

Einige Beobachtungen von Feldspatheinsprenglingen, normal zu *a* bzw. *c* getroffen, ergeben Anlöschungsschiefen, welche nach den Fouqué'schen Angaben auf kalkreichere Formen bis Anorthit hinweisen.

Die Flächen $OP(001)$; $\infty P_{\infty}(010)$; $P_{\infty}(101)$; $2P_{\infty}(201)$; $\infty P(110)$; $\infty P'(110)$ kommen gewöhnlich zur Entwicklung.

Die Schnitte nach $\infty P_{\infty}(010)$ zeigen die Spur einer besonders gut entwickelten $2P_{\infty}(201)$ Fläche.

Zwillinge nach dem Karlsbader, Albit- und Periklin-Gesetz kommen in allen Gesteinen vor. Eine äusserst reichliche Albit-Lamellirung ist besonders für die basischeren Formen charakteristisch.

Einen Karlsbader Durchkreuzungszwilling, welcher sich durch Erstreckung eines jeden Theils nach der *a*-Axe entwickelt hat, stellt Taf. IV, Fig. 4 dar. (Vergl. auch Fig. a.) Der Krystall ist im Schliff ungefähr nach $\infty P_{\infty}(010)$ getroffen, und die zwei Basisspaltspuren bilden einen Winkel von 127° , überdies zeigt er deutliche Zonenstruktur. Die Auslöschungen gegen die Spnr der Basis betragen -15° für den Kern und -3° für den Rand der Krystalle; die Zusammensetzung ist also Lab. - And. bis And. - Olig. Dieser Krystall liegt in der feldspathreichen Grundmasse einer andesitischen Lava, die eine Stellung zwischen Andesiten und Daciten einnimmt.



Fig. a.

Recht selten ist beim Plagioklas das Vorkommen des Bavenöer Gesetzes. Ein nach diesem Gesetz verzwillingter Krystall ist in einem Hornblende-Biotit-Pyroxen-Andesit vom Sincholagua beobachtet worden.

Das Periklin-Gesetz wird gewöhnlich durch ungleich entwickelte Theile eines Zwillingspaares vertreten. Ein Theil des Paares wird bei der Entwicklung bevorzugt, während der andere nur als untergeordnete Lamelle den ersteren durchsetzt. Die Ent-

wicklung beider Zwillingshülfen in angenähertem Gleichgewicht ist in mehreren Fällen beobachtet worden.

Besonderes Interesse bietet der in Taf. IV, Fig. 6 und in der Textfigur *b* abgebildete Schnitt eines nach verschiedenen Gesetzen verzwilligten Plagioklas-Krystalles dar. Die beiden Hauptpartien (oben links und rechts) 1 und 2 sind jeweils normal zur negativen Mittellinie getroffen. Die Ebene der optischen Axen in der einen Partie macht mit der Naht der Albitlamellen 1 und 3 einen Winkel von 67° ; für die andere Partie beträgt der entsprechende Winkel mit der Lamelle 5 68° . Diese Nähte, denen die Albitlamellen jeweils parallel laufen, stellen die Spuren des Einschnittes der seitlichen Pinakoide $\infty P''(010)$ dar.

Der Dünnschliff wurde auf dem Universaltisch so befestigt, dass die Naht 2 5 zugleich mit der Axe des Vertikalkreises und mit dem Hauptschnitt des unteren Nicols zusammenfiel. Eine Drehung des Vertikalkreises um nur 3° in dem in der Figur *c* angegebenen Sinn (*A* nach oben, *B* nach unten) genügt, um die Lamellen 5 und 6 in die Lage zu bringen, in welcher sie gleiche Beleuchtung zeigten. In dieser Stellung wichen die Lamellen 5 u. 6 links resp. rechts mit einer Schiefe von 6° aus. Auf diese Weise lässt sich feststellen, dass die Lamelle 2 mit 5 und 6 in einem anderen Verhältniss steht als diese beiden mit einander.

Am wahrscheinlichsten ist die Annahme, dass 5 und 6 nach dem Albitgesetz, 2 und 5 nach dem Karlsbader Gesetz verzwilligt sind.

Die gesetzmässige Verbindung von 1 und 2 ist besonderer Umstände wegen schwieriger festzustellen.

Die beiden Lamellen 1 und 2 zeigen in sich zwei gut und gleichmässig entwickelte Systeme von Spalttrissen, welche sich in beiden Fällen unter einem Winkel von ungefähr 94° kreuzen. Diese Grösse stimmt mit dem Winkel zwischen den Flächen $OP(001)$ und $\infty P''(010)$ überein, in beiden Fällen ist also der Schnitt angenähert normal zur $P\ M$ -Kante. Die basischen Spaltbar-

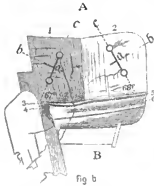


Fig c.

keiten der beiden Lamellen laufen einander parallel. Nach dem Gesetz der Basis ist ein solcher Schnitt bei jeglichem Mischungsverhältniss der Plagioklase möglich. Bei Mischungsverhältnissen zwischen Oligoklas und Andesin kommt aber dieser Zustand auch beim Periklingesetz vor, da die Drehungsaxe (die *b*-Axe) mit der Kante P.M. einen Winkel $\gamma = 89^{\circ} 59'$ für Oligoklas, $90^{\circ} 4\frac{1}{2}'$ für Andesin macht und der rhombische Schnitt mit der basischen Spaltbarkeit zusammenfällt.

Beim Basisgesetz ist der Schnitt so geartet, dass die Individuen optisch symmetrisch zur Zwillingsgrenze stehen — beim Periklingesetz ist dies nicht der Fall. Die Lage der Axen-Ebene bleibt zwar in beiden Fällen die gleiche, die feineren Unterschiede jedoch, welche in den Farbenvertheilungen der Axenbilder vorkommen, sind nicht zu constatiren, sonach ist eine sichere Entscheidung auch nicht zu machen. Es zeigt sich hier bezüglich des Basis- und Periklingesetzes das, was für den Mikroklin und seine Gitterstruktur bezüglich des Albit- und Periklingesetzes gilt.

Dieser Krystall entstammt einem typischen Biotit-Andesit der sauren Reihe, der als ein Geröll des Ahiques-Flusses vorkommt.

Die feine Spaltung nach OP (001) und $\infty P \infty$ (010) ist in den anorthitreichen Gliedern der Plagioklasreihe äusserst scharf entwickelt, dagegen in albitreichen Gliedern schwächer zu sehen.

Zonenbildung ist in den Feldspathen dieser Laven weit verbreitet. Die von Herz beschriebenen Formen¹⁾ wiederholen sich hier und lassen sich auf die ähnliche Weise erklären; einige Vorkommnisse jedoch verdienen eine Beschreibung.

Die Zonen springen schon ins Auge dort, wo der Unterschied in der Zusammensetzung ein ganz geringfügiger ist; dagegen steigt der Unterschied zwischen den Zonen desselben Krystalls bisweilen zu einer beträchtlichen Grösse. Ein einziger, ungefähr nach dem seitlichen Pinakoid getroffener Plagioklaskrystall erweist eine Auslöschungsschiefe gegen die Spur von OP (001) von 26° für den Kern und -1° für den Rand. Der Feldspath ist also Lab.-Ryt. für den Kern und And.-Ol. für den Rand. Dieser Krystall gehört einem gut anskrySTALLISIRten Einschluss in einer Pyroxen-Andesit-Lava von Yahuil-Sincholagua an.

Bemerkenswerth sind einige Beispiele von Mantelbildung oder Anlagerung einer einfachen, schmalen, scharf getrennten Zone am Rande eines Krystalles mit ebenfalls einfach gebildetem Kern. In solchen Fällen ist der Mantel oft von höherem Anorthitgehalt als der Kern.

¹⁾ W. Reiss u. A. Stübel: Reisen in Süd-Amerika. Das Hochgebirge der Republik Ecuador I. Gesteine der ecuatorialischen West-Cordillere vom Pichinaga bis Guagua Pichincha. Von Richard Herz. Berlin 1892. pag. 101.

Der in Taf. IV, Fig. 3 abgebildete Schnitt eines Plagioklaskrystalles zeigt einen kreisrunden Kern, welcher in polarisirtem Licht sehr scharf gegen den Randtheil absticht.

Der Unterschied von Kern und Rand in der optischen Orientirung wird mitunter ohne Störung der krystallographischen Einheitlichkeit von anderen Gegensätzen in der physikalischen Beschaffenheit begleitet. In dem in der Textfigur *d* abgebildeten Fall läuft die Grenze zwischen einschchlussreichem Rand und einschchlussfreiem Kern genau zusammen mit der äusserst unregelmässigen optischen Grenze einher. Ein umgekehrter Fall ist auch beobachtet worden, nämlich der eines einschlussfreien Randes und eines einschlussreichen Kerns, beide optisch verschieden orientirt.



Fig. d.

Im engen Zusammenhang mit der Zonarstruktur steht der Einschluss in Feldspathkrystallen von Grundmassentheilen. Es sind zwei Hauptformen zu unterscheiden: Krystalle, welche bis auf den klaren Rand gleichmässig mit Einschlüssen erfüllt sind, und solche, in welchen die Einschlüsse sich in einer Randzone¹⁾ zusammendrängen.

Auffallende Formen letzter Art sind besonders, wiewohl nicht ausschliesslich, in denjenigen Laven zu beobachten, welche viel Hornblende im Zustande der Resorption enthalten. Die einschlussführende Zone läuft gleichmässig durch alle Krystalle und Lamellen eines Haufwerks.

Die Krystalle mit überall gleich vertheilten Einschlüssen finden sich am häufigsten in den basischen Andesiten und Basalten. Einigen stark zerfressenen Krystallen dieser Art ist offenbar ein höheres Alter zuzuschreiben (Taf. IV, Fig. 5).

Auch in den bekannten mikrolithischen Wachstumsformen von Feldspath kommen Einschlüsse, gewöhnlich in symmetrischer Lage, vor. Einige häufig wiederkehrende



Fig. e

Formen sind in nebenstehender Textfigur *e* abgebildet. Ein viereckiger Mikrolith mit Einschluss ist zweifellos ein Querschnitt von einem säulenförmigen Individuum, in welchem die Einschlüsse in der Längsrichtung gleichfalls in der Mitte liegen. Er kann als der vollendete Wachstumszustand der doppelten Stiefelnrechtsform (γ, δ) angesehen werden, die für den Feldspath als Wachstumsgestalt bekannt ist.

Nicht selten wird das eingeschlossene Magna auf

¹⁾ In den Andesiten am Eingang zum Truckee Cañon führen nach Zirkel die grösseren Feldspathe reichlich Einschlüsse am Rand. In diesen Gesteinen zeigen die Hornblendenden einen breiten schwarzen Kranz. Geological Exploration of the fortieth parallel. Vol. VI. Microscopical petrography by Ferd. Zirkel. 1876. p. 125.

andere Weise verfestigt als die umgebende Grundmasse des Gesteins. Manchmal ist im Feldspath ein mikrolithenarmes bis davon freies, braunes Glas eingeschlossen, welches übrigens oft in den Zwickeln der zu Haufwerken zusammengetretenen Einsprenglinge, besonders des Feldspaths, aber auch anderer Mineralien, zu beobachten ist.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass die eben geschilderte Erscheinung an kein einziges bestimmtes Zeitalter der Erstarrungsgeschichte gebunden ist. Der Einschluss von Grundmassentheilen steht mit gewissen Störungen in dem Krystallisationsprozess in Beziehung, und dies folgt aus der häufigen Bildung von Randkränzen in Feldspathen u. s. w. hornblendeführender Laven.

Genau nach Art der Grundmasseneinschlüsse finden sich Einschlüsse von Tridymit im Feldspath vor.

Alle Mineralien, welche zu den frühen Ausscheidungen gehören, kommen selbstverständlich als Einschluss in Feldspath vor.

Der Einschluss von Feldspath in Olivin, Magneteisen, Pyroxen, Hornblende ist von besonderer Bedeutung und wird später erörtert werden.

Wenn man die Häufigkeit der Einschlüsse von farbigen Mineralien im Feldspath berücksichtigt, so ist es manchmal schwer zu bestimmen, ob etwa vorhandene Zersetzungsprodukte aus dem Feldspath selbst oder aus den eingeschlossenen Mineralien entstanden sind. Die letzte Annahme bietet die einfachste Erklärung für den reichlichen Einschluss von Kalkspath und Chlorit in Feldspath.

Heller Glimmer als Zersetzungsprodukt im Feldspath ist nur in seltenen Fällen beobachtet worden. Möglicherweise ist in diesem Fall der ursprüngliche Feldspath Orthoklas.

Opal als Umwandlungsprodukt aus dem Feldspath einiger schlackiger Laven ist mehrere Male nachgewiesen worden.

Ueber die optischen Verhältnisse der Feldspathe und die darauf gegründete Bestimmung derselben handelt nachfolgende Tabelle.

Nummer der Reis-schen Sammlung in Berlin	Name des Gesteins	Auslöschungs- schiefe auf M	Neigung der Axen- Ebene gegen Spur von		Cha- rakter der Mittel- linie	Auslöschungsschiefe in der Zone der Norma- len zu		Mikrolithen erreichen eine Auslöschungs- schiefe von:
			M. L. c-El. Axe getroffen	P. L. c-El. Axe getroffen		L. zur a-Axe (d-M-Kante)	∞ P. ∞	
Pasochoa								
215	PA					37		bis Byt.-Lab.
216	PA		62		—			Lab.-And.
216	"		58		—			Byt.-Lab.
217	PA						Mikrolithen fischen bei 28 aus	Lab.-Byt.
217	"					45		bis Anorthit-Byt.
219	FB	22						Lab.-Byt.
219	"					40		bis Byt.
219	"		65					And.
221	PA		60		—			Lab.
222	"	kleine Mikrolithensäulen erreichen eine Auslöschungsschiefe von						28
223	PA			23	+			Lab.
223	"					39		Byt.
224	PA			20	+			Lab.-And.
225	PA					35		bis Byt.-Lab.
226	PA	— 15 bis — 22				30		Lab.-And. bis Lab.-Byt.
227	PA			18	+			Lab.-And.
227	"					41		bis Byt.
Ruminahui								
232	PA		54					Anorthit
232	"					36		bis Byt.-Lab.
270	PA	kleine Mikrolithen erreichen eine Ausl.-Sch. von					20 bis 36	bis Byt.
271	PA					28		bis Lab.
272	FB					35		Lab.-Byt.
272	FB		(häufige Auslöschungen)			30)		bis Lab.-Byt.
275	"					32		bis Lab.-Byt.
277	PA	— 16						Lab.-And.
277	"					27		bis Lab.-And.
279	BD						32	Lab.
279	"			5	+			And.-Ol.
282	BD	— 16						And.-Ol.
282	"					34		bis Lab.-Byt.
285	D		59		—			Lab.-Byt.
285	"		61		—			Lab.-And.

Nummer der Reinschen Sammlung in Berlin	Name des Gesteins	Auslöschungs- schiefe auf M	Neigung der Axen- Ebene gegen Spur von		Char- akter der Mittel- linie	Auslöschungsschiefe in der Zone der Norma- len zu		Mikrolithen erreichen eine Auslöschungs- schiefe von:
			M. Axe getroffen	P. c-EL- Axe getroffen		1. zur a-Axe (P-M-Kante)	2. zur b-Axe (P-M-Kante)	
Rumiāhūi								
286	PA	Mikrolithen erreichen eine Auslöschungsschiefe von					30	Lab.-Byt.
287	PA		21	+				Lab.
289	A		(viele Mikrolithen zeigen orientirte Auslöschung)					Sanidin od. Olig.
294	PA	- 17 bis - 22						Lab.-And. bis Lab.-Byt.
295	FB	- 17 bis - 23						Lab.-And. bis Lab.-Byt.
296	FB					29		bis Lab.-Byt.
299	FB	- 20						Lab.
1385	FB	- 24 bis - 18						Lab.-Byt. bis Lab.-And.
1386	FB					36		bis Byt.-Lab.
Sincholagua								
1313	PA		60	-				Lab.
1313	"						35	Lab.-Byt.
1316	PA	- 23 bis - 27						Lab.-Byt. bis Byt.-Lab.
1317	PA						37	Byt.-Lab.
1321	PA			7	+			And.-Ol.
1321	"					24		bis Lab.-And.
1324	PA			3	+			And.-Ol.
1324	"			19	+			Lab.
1328	PA	- 15 bis - 3						Lab.-And. bis And.-Ol.
1328	"			3	+			And.-Ol.
1329	"			8	+			And.-Ol.
1332	D	- 12						And.-Lab.
1336	PA		60	-				Lab.
1336	"	- 12 bis - 21						And.-Lab. bis Lab.
1339	PA		59	-				Lab.-Byt.
1339	"			10	+			And.
1341	HBPA		63	-				And.-Lab.
1341	"		62	-				And.-Lab.
1341	"					37		bis Byt.-Lab.
1343	HPA	- 25						Lab.-Byt.
1343	"	- 24 bis - 27						Lab.-Byt. bis Byt.-Lab.
1346	HPA		54	-				Anorthit

Nummer der Reisschen Sammlung in Berlin	Name des Gesteins	Auslöschungs- schiefe auf M	Neigung der Axen- Ebene gegen Spur von		Cha- rakter der Mittel- linie	Auslöschungsschiefe in der Zone der Norma- len zu ∞ P. ∞	I zur a-Achse (PM-Kante)	Mikroolithen erreichen eine Auslöschungs- schiefe von:
			M. I. n-El- Axe getroffen	P. I. c-El- Axe getroffen				

Sincholagua

1346	HPA	— 19						Lab.
1346	"	— 21						Lab.
1346	"		60		—			Lab.
1348	BPA	— 2						And.-Ol.
1348	"		orientirte Auslöschungen unter Leisten der Grundmasse					Sanidin od. Olig.
1350	HPA		63		—			Lab.-And.
1354	PA		58		—			Byt.-Lab.
1354	"		sehr kleine Platten mit Zonen, wohl nach M. ausl.					Lab.-And.
1356	PA					34		bis Lab.-Byt.
1358	PA					33		bis Lab.-Byt.
1359	"	— 15 bis — 25						Lab.-Byt. bis Lab.-And.
1359	"					33		bis Lab.-Byt.
1364	HPA		60		—			Lab.
1364	"		57		—			Byt.
1366	PA	— 16						And.-Lab.
1366	"			4	+			And.-Ol.
1368	PA	— 32 bis — 35						Byt.-Lab.
1368	"					36		bis Byt.-Lab.
1371	FB					38		bis Byt.
1371	"		61		—			Lab.-And.
1372	FB					34		bis Lab.-Byt.

Vallevicioso

1388	PA			31	+			Lab.-Byt.
1388	"					35		bis Byt.-Lab.
1389	HPA			9	+			And.
1389	"					30		bis Lab.-Byt.
1390	PA		viele Leisten in der Grundmasse löschen orientirt aus					Sanidin od. Olig.
1391	PA			38	+			Byt.-Lab.
1391	"			22	+			Lab.-Byt.
1397	PA					37		bis Byt.-Lab.
1398	HA			41	+			Byt.

Nummer der Reiss'schen Sammlung in Berlin	Name des Gesteins	Auslöschungs- achse auf M	Neigung der Axen- Ebene gegen Spur von		Cha- rakter der Mittel- linie	Auslöschungsschleife in der Zone der Norma- len zu		Mikrolithen erreichen eine Auslöschungs- achse von:
			M. d. c-El.- Axe getroffen	P. d. c-El.- Axe getroffen		d. zur a-Achse (P-M-Kante)		

Quilindaäa

1403	PA	-13 bis -20						And.-Lab. bis Lab.
1404	HPA	-5 bis -8						And.-Ol.
1406	PA		57		—			Byt.
1406	"	-6						Ol.-And.
1408	HPA	-1						Ol.-And.
1408	"			26	+			Lab.-Byt.
1410	PA			44	+			Byt.
1410	"			40	+			Byt.-Lab.
1410	"		nur kleine Säulchen			24		bis Lab.-And.
1410	"						23	Lab.-And.
1413	HPA		62		—			Lab.-And.
1419	HPA	-10 bis -22						And. bis Lab.-Byt.
1419	"		58		—			Lab.-Byt.
1419	"			4	+			And.-Ol.
1421	HPA			3	+			And.-Ol.
1421	"					28		bis Lab.
1425	BPA		61		—			Lab.-And.
1430	PA	-4						And.-Ol.
1430	PA					28		bis Lab.
1431	BHPA		60		—			Lab.
1431	"		66		—			And.
1431	"					33		Lab.-Byt.
1433	PA					35		bis Lab.-Byt.
1434	PA			2	+			And.-Ol.
1434	"					25		bis Lab.-And.
1435	PA					29		bis Lab.
1437	PA	0						And.-Ol.
1437	"					26		bis Lab.
1438	BHPA		59		—			Lab. (Byt.)
1438	"	-3						And.-Ol.

Cotopaxi

1443	HPA		74		—			And.-Ol.
1443	"			37	+			Byt.-Lab.

Nummer der Reinschen Sammlung in Berlin	Name des Gesteins	Auslöschungs- schiefe auf M	Neigung der Axen- Ebene gegen Spur von		Cha- rakter der Mittel- linie	Auslöschungsschiefe in der Zone der Norma- len zu		Mikrolithen erreichen eine Auslöschungs- schiefe von:
			M. ↓ a-EL- Axe getroffen	P. ↓ c-EL- Axe getroffen		100 P	100 a-Achse (P-M-Kante)	
Cotopaxi								
1443	HPA	- 18 bis - 19						Lab.-And. bis Byt.-Lab.
1443	-	- 20						Lab.
1449	-					34		Lab.-Byt.
1451	PA						30 bis 35	bis Byt.-Lab.
1455	PA					36		bis Byt.-Lab.
1455	-	- 13 bis - 18						And. bis Lab.-And.
1457	PA			27	+			Lab.-Byt.
1457	-		62		-			Lab.-And.
1463	PA					34		bis Lab.-Byt.
1463	-		64		-			And.-Lab.
1463	-	- 26						Byt.-Lab.
1464	PA		58		-			Byt.-Lab.
1464	-	- 17						Lab.-And.
1471	PA					40		Byt.
1476	PA			31	+			Lab.-Byt.
1476	-						31	Lab. (Byt.)
1476	-		60		-			Lab.
1477	PA			27	+			Lab.-Byt.
1481	PA	- 23						Lab.-Byt.
1488	PA		57		-			Byt.
1488	PA	- 21						Lab.
1490	PA			40	+			Byt.
1490	-					28		bis Lab.
1500	PA			33	+			Lab.-Byt.
1500	-					33		bis Lab.-Byt.
1504	PA		59		-			Lab.-Byt.
1504	-	- 24 bis - 28						Lab.-Byt.
1505	PA	- 20						Lab.
1505	-	- 16 bis - 26						Lab.-And. bis Lab.-Byt.
1513	PA					28 (Mikrolithen)		Lab.
1513	-	viele einfache Mikrolithen mit ungefähr orientierter Auslöschung						Sauidin od. Olig.
1520	PA	- 7 bis - 12						And.-Ol. bis And.-Lab.
1520	-	- 8						And.-Ol.
1522	PA					25		bis Lab.-And.
1522	-		6	+				And.-Ol.

Nummer der Reiss'schen Sammlung in Berlin	Name des Gesteins	Auslöschungs- schiefe auf M	Neigung der Axen- Ebene gegen Spur von		Cha- rakter der Mittel- linie	Auslöschungsschiefe in der Zone der Norma- len zu		Mikrolithen erreichen eine Auslöschungs- schiefe von:
			M. ⊥ s-El- Axe getroffen	P. ⊥ c-El- Axe getroffen		⊥ zur s-Achse (P-M-Kante)	⊥ zur c-Achse (P-M-Kante)	
Fussgebirge des Cotopaxi								
1523	BA		66		—			And.
1528	BA			2	+			And.-Ol.
1530	BA			4	+			And.-Ol.
1530	"					26		bis Lab.-And.
1531	BA	— 9 bis — 20						And. bis Lab.
1535	BA	— 12						And.-Lab.
1534	HPA		58		—			Byt.-Lab.
Cotopaxi								
1539	PA	— 18 bis — 25				37		Lab.-And. bis Lab.-Byt.
1541	PA						37	bis Byt.-Lab.
1541	PA			37	+			Byt.-Lab.
1542	PA						39	bis Byt.
1543	"						36	bis Byt.-Lab.
1544	"						39	bis Byt.
Picacho-Formation								
1546	PA		66		—			And.
1546	"	— 10						And.
1546	"						34	bis Lab.-Byt.
Cotopaxi								
1551	PA			35	+			Byt.-Lab.
1554	HPA			43	+			Byt.
1554	"						44	Anorthit-Byt.
Picacho-Formation								
1555	HPA		54		—			Anorthit
1555	"	— 20 bis — 37						Lab. bis Byt.-Lab.
Cotopaxi								
1559	PA			9	+			And.
1559	"	— 16 bis — 23						Lab.-And. bis Lab.-Byt.

Nummer der Reinschen Sammlung in Berlin	Name des Gesteins	Auslöschungs- schiefe auf M	Neigung der Axen- Ebene gegen Spur von		Cha- rakter der Mittel- linie	Auslöschungsschiefe in der Zone der Norma- len zu		Mikrolithen erreichen eine Auslöschungs- schiefe von:
			M. ↓ a-El.- Axe getroffen	P. ↓ c-El.- Axe getroffen		90° P. $\frac{17}{90}$	↓ zur a-Achse (P-M-Kante)	
Cotopaxi								
1567	PA			43	+			Byt.
1567	"						36	Byt.-Lab.
1569	PA		53		—			Anorthit
1569	"					45		Anorthit-Byt.
1569	"						38	Byt.-Lab.
1575	PA		60		—			Lab.
1575	"	— 26						Lab.-Byt.
1575	"		59		—			Lab.-Byt.
1576	PA	— 22						Lab.-Byt.
1576	"		59		—			Lab.-Byt.
1576	"					35		bis Lab.-Byt.
1579	PA		54		—			Anorthit
1579	"						50	Anorthit
1579	"			24	+			Lab.-Byt.
1579	"					37		bis Lab.-Byt.
1587	PA			47	+			Anorthit
1587	"	— 12 bis — 20						And.-Lab. bis Lab.
1587	"	— 23 bis — 36						Lab. (Byt.) bis Byt.-Lab.
1583	PA	— 15 bis — 18						Lab.-And.
1583	"	— 21 bis — 22						Lab. (Byt.)
1583	"					33		bis Lab. (Byt.)
1593	"					34		bis Lab. (Byt.)
1593	"	— 10 bis — 20						And. bis Lab.
1596	PA					35		bis Byt.-Lab.
1596	"					36		bis Byt.-Lab.
1597	PA	— 14 bis — 27						Lab.-And.
1597	"	— 14 bis — 27						Lab.-And.
1599	PA	— 13 bis — 23						And.-Lab. bis Lab.-Byt.
1599	"					39		bis Byt.
1601	PA			43	+			Byt.
1601	"					30		bis Byt.
1601	"							bis Lab.-Byt.

Nummer der Reis'schen Sammlung in Berlin	Name des Gesteins	Auslöschungs- schiefe auf M	Neigung der Axen- Ebene gegen Spar von		Cha- rakter der Mittel- linie	Auslöschungsschiefe in der Zone der Norma- len zu		Mikrolithen erreichen eine Auslöschungs- schiefe von:
			M. 1 a-El. Axe getroffen	P. 1 c-El. Axe getroffen		1 zur a-Achse (P.M-Kante) P ¹ 100		

Picacho-Formation

1603	PA					21		bis And.-Lab.
1604	HPA		61		—			Lab.-And.
1604	"		62		—			Lab.-And.
1604	"			1	+			Ol.-And.

Fussgebirge des Cotopaxi

1607	BA		68		—			And.-Ol.
------	----	--	----	--	---	--	--	----------

Cotopaxi

1616	PA					35		bis Lab.-Byt.
------	----	--	--	--	--	----	--	---------------

Picacho-Formation

1620	HPA					35		bis Lab.-Byt.
1621	PA				opalisirt			
1623	HPA					34		bis Lab.-Byt.
1623	"	— 10 bis — 30						And. bis Byt.-Lab.
1623	"	— 13						And.-Lab.
1624	PA		60		—			Lab.
1624	"					37		bis Byt.-Lab.

Cotopaxi

1631	PA			40	+			Byt. (Lab.)
1631	"						30	Lab.

Picacho-Formation

1634	HPA		63		—			Lab.-And.
1634	"						33	Lab. (Byt.)

Cotopaxi

1645	PA			40	+			Byt. (Lab.)
1645	"					31		bis Lab.-Byt.
1645	"						39	Byt.

Nummer der Reisschen Sammlung in Berlin	Name des Gesteins	Auslöschungs- schiefe auf M	Neigung der Axen- Ebene gegen Spur von		Cha- rakter der Mittel- linie	Auslöschungsschiefe in der Zone der Norma- len zu		Mikrolithen erreichen eine Auslöschungs- schiefe von:
			M. ↓ α-El.- Axe getroffen	P. ↓ γ-El.- Axe getroffen		1 zur α-Achse (P.M-Kante)	2 zur β-Achse (P.M-Kante)	
Cotopaxi								
1649	PA			47	+			Anorthit-Byt.
1649	"					45		Anorthit-Byt.
1652	PA			15	+			Lab.-And.
1652	"	- 26 bis - 8						Lab.-Byt. bis And.-Ol.
1652	"	- 24 bis - 16						Lab.-Byt. bis And.-Lab.
1652	"					37		bis Byt.-Lab.
1656	"	- 29						Byt.-Lab.
1656	"		51		-			Anorthit
1656	"					38		bis Byt.
1661	PA	- 11 bis - 26						And. bis Lab.-Byt.
1661	"					40		bis Byt.
Fussgebirge des Cotopaxi								
1967	BA	- 4 bis - 17		66	-			And.-Ol. bis Lab.-And.
1969	"				-			And.
1969	"			1	+			And.-Ol.
1969	"			57	-			Byt.
1970	HBA	- 1			-			And.-Ol.
1970	"			67	-			And.-Ol.
Zweifelhafter Herkunft								
1973	BA			5	+			And.-Ol.
1973	"			8	+			And.-Ol.
Putzulaguna								
1980	BA			72	-			And.-Ol.
1980	"					24		Lab.-And.
Cotopaxi								
v. Hum- boldt	HPA	- 8 bis - 18						And.-Ol. bis Lab.-And.
	"	- 9 bis - 20						And. bis Lab.
	"					31		bis Lab. (Byt.)

5. Biotit.

Biotit ist hauptsächlich an kieselsäurereiche Gesteinsarten gebunden. In einigen Bimssteinen von Latacunga, in Blöcken, die aus den Flüssen Aláques und Inca-loma stammen, ist er oft mikroskopisch in Form metallglänzender, broncefarbiger Schuppen bemerkbar. Der von den Flächen $P(111)$ und $\infty P\infty(010)$ bedingte sechseckige Umriss ist leicht festzustellen.

Der Axenwinkel ist klein, doch ist mit dem umgewandelten Mikroskop beim Drehen des Tisches eine Näherung und Entfernung der Hyperbeln oft wahrnehmbar. In einem Spaltblättchen aus einem Inca-loma-Gestein wurde mit Hilfe des Czapski'schen Oculars und der Klein'schen Lupe unter Benutzung der Schwarzmann'schen Scala der Axenwinkel zu 24° bestimmt.

Die Absorption ist immer stark. Pleochroitische Töne sind für die parallel der Spaltung schwingenden Strahlen dunkel-rothbraun bis schwarzbraun; für senkrecht zur Spaltung schwingende Strahlen citronengelb bis honiggelb; die parallel der Spaltung schwingenden Strahlen werden also auch in sehr dünnen Schläfen beinahe gänzlich absorbiert.

Die kleinsten mikroskopischen, sechseckigen, wohl zu der Grundmasse zu zählenden Schuppen gesellen sich zu zweien und dreien zu den bekannten Gruppierungen mit der Basis als Berührungsfläche.

Einschlüsse in Biotit sind — abgesehen von Magneteisen — nicht eben häufig. Apatit und Feldspath — selten Zirkon — sind beobachtet worden. Der innerhalb des Biotits befindliche Augit sitzt oft in Hohlräumen fest, kann also möglicherweise jünger als der Biotit sein.

Das eingeschlossene Magneteisen wird stellenweise von einem ringförmigen Hohlraum umgeben, kann also jünger als der Biotit sein, wie es bei dem als Resorptionsprodukt vorkommenden Magneteisen unbestritten der Fall ist.

In einem Dacit von Rumiñahui ist der Biotit gleichmässig in Chlorit umgewandelt.

In Laven, welche in ihrer Grundmasse eine Verwandtschaft mit den Daciten zeigen, auch in einigen echten Daciten bemerkt man seltene winzige Fetzen eines pleochroitischen Glimmers.

Dieser tritt oft mit Tridymit in Gesellschaft auf, gehört daher sehr wahrscheinlich einer späteren Erstarrungsperiode an. Mit dem oben beschriebenen Biotit verglichen, sind die pleochroitischen Töne hellbraun in der einen und farblos in der anderen Richtung.

Resorptionsvorgänge in dem Biotit der kieselsäurereichen Biotit-Andesite sind selten. In einem solchen aus Latacunga kommt es zu einer reichlichen Eisenauscheidung in den Spalten des Biotits.

Weitgehende Resorption, welche in eine Umwandlung des Minerals in einen Haufen von Magnet Eisen- und Pyroxenkörnern ausläuft, ist in den hornblende-biotit-führenden Andesiten vom Quilindaña beobachtet worden; zugleich ist der Feldspath in diesen Laven bedeutend reicher an Kalk als in den Laven des Aláque-Typus.

In einem Dacit vom Rumiñahui ist der Biotit gleichmässig in Chlorit verwandelt.

6. Hornblende.

Die Hornblende zeigt nicht oft erkennbare Krystallumrisse. Selten ist sie dem Angriff des anfließenden, beziehungsweise resorbirenden Magmas entgangen. Das Pinakoid und die Prismenflächen $\infty P \sim (010)$, $\infty P (110)$ werden hie und da von der noch erhalten gebliebenen Begrenzung angedeutet.

Die Farbe und das Absorptionsvermögen der Hornblende, sowie Art und Umfang des Magmaangriffes stehen vielfach in Zusammenhang.

In einem von A. v. Humboldt am Cotopaxi gesammelten Bimsstein zeigt sich viel Hornblende in unverändertem Zustand; da ein ähnlicher hornblendeführender Bimsstein in der Reiss'schen Sammlung enthalten ist, und da in diesem sowie in anderen Laven dieser Sammlung einzelne Hornblendeinsprenglinge von ähnlicher Beschaffenheit wie dort vorkommen, so darf man diese Hornblende als die unzersetzte in den Cotopaxi-Laven betrachten. Die Farbe des Minerals ist in gewöhnlichem Licht olivengrün.

Man hat:

Für Strahlen parallel

- | | | | | | |
|----|---|-----------------------|-----|------------|-------------------|
| 1. | a | schwingend, also par. | b c | polarisirt | honiggelb; |
| 2. | b | „ „ „ | a c | „ | braungrün; |
| 3. | c | „ „ „ | a b | „ | schön olivengrün. |

Der Winkel $c : c$ beträgt 10° .

Eine oft wiederkehrende Art der Hornblende in den Laven vom Picacho des Cotopaxi ist von hellgelblichgrüner Eigenfarbe und zeigt folgenden Pleochroismus:

Für Strahlen parallel

- | | | | | | |
|----|---|-----------------------|-----|------------|---------------|
| 1. | a | schwingend, also par. | b c | polarisirt | hellgelblich; |
| 2. | b | „ „ „ | a c | „ | braungrün; |
| 3. | c | „ „ „ | a b | „ | gelblichgrün. |

In beiden Fällen ist die Farbe für Strahlen, welche parallel c schwingen, ein lebhafteres und reineres Grün als für diejenigen, welche parallel a schwingen oder als die Eigenfarbe selbst.

Alle Absorptionsfarben sind bei der Hornblende des Humboldt'schen Gesteins beträchtlich tiefer als in der schon in Resorption oder Auflösung begriffenen Hornblende in dem Gestein vom Pieacho.

Die Kerne von Hornblende, welche noch in grossen Resorptionshaufen erhalten geblieben sind, zeigen im Allgemeinen eine braune Farbe. Alle Uebergänge zwischen den grünen und braunen Formen sind in den verschiedenen Laven vorhanden.

Zwillinge nach dem Orthopinakoid $\infty P \infty (100)$ sind häufig.

Zuweilen findet eine Verwachsung von Hornblende mit Plagioklas derart statt, dass die Zwillingsnäh der Albitlamellen des Feldspaths parallel der c -Axe der Hornblende liegt.

Eine Verwachsung von Hornblende mit Hypersthen mit paralleler Lage der b -Axen beider Krystalle (Taf. VI, Fig. 2) ist beobachtet worden. In einem Falle bildet die Hornblende einen Mantel um den mit seiner c -Axe ihrer c -Axe parallel gelagerten Hypersthen; man erinnert sich hier an ähnliche Verwachsungen von Augit und Hypersthen.

Nicht gesetzmässig sind die beobachteten Verwachsungen von frischer, grüner Hornblende mit Augit, in welchem Falle der Augit einen Mantel um die Hornblende bildet, während einige Augitsäulehen in die Hornblende eingedrungen sind.

Es zeigen sich ferner Einschlüsse von Pyroxen in Hornblende, und zwar in einer Form, welche die Annahme von einer Herkunft eines der beiden Mineralien durch Umwandlung des anderen ausschliesst.

Feldspath kommt häufig als Einschluss in Hornblende vor. Auch sind die in Resorptionshaufen erscheinenden idiomorphen Feldspathsäulehen mit grosser Wahrscheinlichkeit als ursprüngliche Einschlüsse in der Hornblende zu betrachten.

Der Angriff des Magmas auf die Hornblende erweist sich auf der einen Seite als eine echte Resorption, im anderen Falle wäre der Vorgang richtiger als eine Auflösung zu betrachten. Die bekannten, durch Resorption (Taf. VI, Fig. 4) entstandenen Haufen halten sich meistens innerhalb deutlicher, mehr oder weniger geradlinig laufender Umrisse, welche zweifellos die ursprüngliche kristallographische Form darstellen. Die Zersetzungsprodukte werden in dem anderen Fall von dem Rest des ursprünglichen Krystalls fortgeschwennt und kommen dann in einem gewissen Abstand in Form von anderen Mineralien, wie Tridymit, Erz u. s. w., wieder zur Aussecheidung. Umwandlungen letzterer Art sind namentlich in Laven mit ausgesprochener Fluidalstruktur zu beobachten. Ob

die beiden Vorgänge chemisch verschieden sind oder ob es sich bloss um einen Unterschied in der Anordnung der Umwandlungsprodukte handelt, konnte bei dem vorhandenen Material nicht festgestellt werden.

In dieser Hinsicht ist zu bemerken, dass auch die in Auflösung begriffenen Hornblendekristalle einen dünnen Mantel von Resorptionsprodukten besitzen,

7. Augit.

Der Augit zeigt selten kristallographische Umrisse. Am besten sind die Flächen der beiden Prismen und Pinakoide ausgebildet, wobei die im Querschnitt getroffenen Krystalle scharfe Begrenzung zeigen.

Ausser der überall vorkommenden prismatischen Spaltbarkeit ist ausnahmsweise eine feine, regelmässige Spaltung nach dem seitlichen Pinakoid $\infty P \infty (010)$ beobachtet worden.

Zwillinge nach dem Orthopinakoid $\infty P \infty (100)$ sind weit verbreitet.

Es kommt gelegentlich eine gekreuzte Verwachsung zweier Augitkrystalle derart vor, dass das eine im Querschnitt getroffene Individuum die nahezu rechtwinklige Augit-spaltbarkeit und das Bild einer optischen Axe zeigt, während das andere im Längsschnitt ungefähr nach der Symmetrie-Ebene getroffen ist. Die Orthopinakoide beider Krystalle laufen angenähert einander parallel. Die Gebilde sind vielleicht mit Hilfe des Zwillingsgesetzes nach $P \frac{1}{2} (122)$ zu erklären. Vergl. Naumann, Elem. d. Mineral., 1898, S. 693, Fig. 17, an der ein seitlicher Schnitt nach l ungefähr das oben Dargestellte liefern würde. Taf. V, Fig. 1 stellt einen derartigen Fall dar.

Sehr oft bildet der Augit den Mantel um einen Kern von Hypersthen mit gleich gerichteter c -Axe. In den meisten Fällen ist dieser Mantel unvollkommen; selten ist der Hypersthenkrystall gänzlich von Augit umhüllt (Taf. VI, Fig. 1).

Nicht oft vereinigen sich ein Paar solcher, aus Augit und Hypersthen bestehender Säulen zu einem Kreuz. In dem hier abgebildeten Fall (Textfigur f) treffen die Säulen unter einem Winkel von 75° zusammen. Zudem ist der Augit in der einen Säule nach der Symmetrie-Ebene getroffen (Gestein Nr. 1583).

In mehreren nach dem Klinopinakoid getroffenen Augit-Einsprenglingen konnte die Auslöschungsschiefe gemessen werden: es beträgt der Winkel $c : c$ 42° bis 45° .

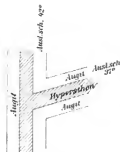


Fig. f.

Die Polarisationstöne des Augits sind ziemlich hoch, je nach der Lage des Schnittes blassgrau bis tiefgelb in den vorliegenden, sehr feinen Dünnschliffen. Tiefere Töne kommen aber gelegentlich auch vor, zum Beispiel in schlackartigen Laven; dann in Laven, deren Mineralien einer starken Opalisierung unterworfen sind, finden sie sich.

In seltenen Fällen kann man eine schwache Zonenbildung beim Augit beobachten.

Theilweise opalisirter Augit wurde in einem Gestein gefunden, welches reichlich opalisirten Feldspath enthält.

Häufig kommt eine durch Eisenausscheidung bedingte randliche Färbung vor; mitunter sind sämtliche Pyroxensäulchen eines Dünnschliffes auf diese Weise zersetzt.

Hypersthen und Feldspath sind als Einschlüsse im Augit beobachtet worden. Das umgekehrte Verhältniss, der Einschluss von Augit in den eben genannten Mineralien, ist häufig und der gewöhnlichen Reihenfolge der krystallinen Ausscheidungen nach zu erwarten, ebenso wie der Einschluss von Olivin in Augit, welcher auch vorkommt.

Der Einschluss von Augit in Magneteisen ist sehr häufig, wie auch das umgekehrte Verhältniss, welches der normalen Reihenfolge entspricht.

Ein Dacit von Yahui, Sincholagua, enthält in aderartigen Schlieren zahllose kleine, gelbliche Säulchen, welche mitunter eine Zwillingnaht in der Längsrichtung und einen Auslöschungswinkel bis wenigstens 30° zeigen. Wahrscheinlich handelt es sich hier um einen durch nachträgliche Ablagerung entstandenen monoklinen Pyroxen. Die Polarisationstöne weichen kaum von denen des Augits ab.¹⁾

N. Hypersthen.

Beim Hypersthen sind die krystallographischen Umrisse besser ausgeprägt als beim Augit. Am häufigsten tritt das Mineral in Säulenform auf. Die Prismen und die beiden Pinakoide sind meist erkennbar; weniger deutlich sind die terminalen Pyramiden. Beim Augit ist das Prisma stärker entwickelt als beim Hypersthen, bei dem es im Querschnitt als untergeordnete Abstumpfung der Ecken erscheint. Diese Regel hat sich in fast allen Fällen bewährt.

¹⁾ Bei der Beschreibung eines quarzförenden Trachyts von Skelliga ridge, Elkhend Mountains schreibt Zirkel: „A remarkable fact is that the Quarzes are immediately surrounded by a zone of the most delicate and tender pale green spikes or needles, probably augite, gathered in a very intimate but confused aggregation and appearing in the sections like a green ring of puckly felt“. Report of the geological exploration of the fortieth parallel. Vol. VI. Microscopical Petrography by Ferdinand Zirkel. Washington 1876. p. 129.

Zwillinge sind nicht beobachtet worden. Verästelungen zweier Säulchen unter Winkeln von 71° , 72° , 90° sind ziemlich häufig. Ein Zwillingsgesetz konnte aber nicht festgestellt werden. Die Formen erinnern an das von Becke zuerst gefundene Gesetz nach $\frac{1}{3} P^\infty (013)$ und $\frac{2}{3} P^\infty (023)$.¹⁾

Ähnliches hat Elich gefunden; hier war aber auch die Lage des Schnittes nicht geeignet, eine genaue Berechnung anzustellen.²⁾

Klantzsch fand in Gesteinen des Chimborazo solche Verwachsungen, deren Winkel mit den von Becke angegebenen gut übereinstimmen.³⁾

Sehr selten beobachtet man eine Zonenbildung bei dem Hypersthen.

Die Polarisationstöne sind gewöhnlich schwach im Vergleich mit denen des Augits. Sie erreichen silbergraue, selten schwachgelbliche Farben.

Ein Axenbild mit grossem Winkel um die positive Mittellinie gelagert, ist auf Basaltschnitten zu beobachten. Das auf Längsschnitten beobachtete Axenbild um die negative Bissectrix zeigt unverkennbar einen kleineren Axenwinkel als das erstere.

Die Absorptionsfarben sind für Strahlen parallel

1. a und b schwingend bezw. par. bc und ac polarisirt gelblich-brann;
2. c „ „ „ ab „ bläulich-grün.

Dass der Hypersthen im Allgemeinen jünger als der Augit ist, geht aus der Häufigkeit der Einschlüsse von Augitkörnern in Hypersthen hervor und der Seltenheit des umgekehrten Verhältnisses.

Dass aber die beiden Mineralien sich eine Zeit lang zusammen ausscheiden konnten, geht aus dem häufigen Vorkommen der eigenartigen Gebilde hervor, in welchen der Hypersthen von Augit bei paralleler Lage der c-Axen umhüllt ist. Verwachsungen dieser Art sind sowohl unter den grossen Einsprenglingen, wie unter den Mikrolithen der Grundmasse zu beobachten. Auch sind Fälle von einer Neubildung des Hypersthens ausserhalb des Augitmantels beobachtet.

Tafelförmige Interpositionen, wie sie sonst bekannt sind, sind in einem Hypersthen-Einsprengling eines Pyroxen-Andesits vom Quilindafía sehr deutlich wahrnehmbar. Die Blätter liegen einander parallel in wenigstens zwei verschiedenen Ebenen, augenscheinlich in der Basis und einem Pinakoid (Taf. V, Fig. 2).

¹⁾ F. Becke, Zwillingverwachsungen gesteinsbildender Pyroxene und Amphibole. *Tscherm. Min. u. petr. Mitth.*, Bd VII, 1876, p. 56.

²⁾ E. Elich, Die Gesteine der ecuatorialischen West-Cordillere von Atacama bis zum Ilinza in: *Reise u. Stübel, Das Hochgebirge der Republik Ecuador*, I, Berlin 1893, p. 159.

³⁾ A. Klantzsch, Die Gesteine der ecuatorialischen West-Cordillere von den Ambato-Bergen bis zum Amay in: *Reise u. Stübel, Das Hochgebirge der Republik Ecuador*, I, Berlin 1898, p. 269.

Einschlüsse von Grundmassenteilchen in Hypersthen sind sehr häufig beobachtet worden.

Einschlüsse von Feldspath, oft idiomorph, in Hypersthen wurden mehrere Male nachgewiesen.¹⁾

Eine Verwachsung von Hypersthen mit Feldspath derart, dass die *c*-Axe des Hypersthen parallel zur Albitnaht des Feldspaths liegt, ist ein nicht seltenes Vorkommnis.

Der rhombische Pyroxen ist ebenso weit verbreitet wie der Augit. Die beiden Mineralien befinden sich überall in Gesellschaft. In seltenen Fällen, wo bei Vorhandensein des einen das andere Mineral nicht erscheint, ist das Fehlen mit grosser Wahrscheinlichkeit dem Zufall zuzuschreiben.

B. Olivin.

Der Olivin ist oft sehr frisch und dann im Dünnschliff farblos. In den meisten Fällen ist er stark abgerundet, und nur selten zeigt er noch geradlinige Begrenzung, oder dieselbe wird bei angegriffenen Einsprenglingen durch geradlinige Reihen von Augitkörnchen angedeutet. Auf diese Weise sind mitunter die Flächen $2P^{\infty}$ (021), P^{∞} (101), ∞P^{∞} (010) zu erkennen. In den frischen Olivin-Einsprenglingen sind die Spaltungen nach ∞P^{∞} (010) und ∞P^{∞} (100) wahrzunehmen.

In anderen Fällen ist der Olivin mehr oder weniger zersetzt; in einigen Laven sogar, namentlich in den vom Rumiñahui stammenden, nur an der noch erhaltenen Form der Zersetzungsprodukte erkennbar. Umwandlungsprodukte sind Serpentin, Carbonate, Chlorit, Opacit, Magnet Eisen und Opal.

Der Serpentin besteht meistens aus zu einander parallel liegenden Fasern, eine sphärolithähnliche Anordnung ist aber auch bemerkt worden.

Chlorit aus Olivin ist nur in einem stark zersetzten basischen Dacit von Rumiñahui festgestellt. Er zeigte schwachen Pleochroismus mit grünlichen, bräunlichen Tönen.

Carbonate des Magnesiums, auch Calciums bilden oft die Hauptmasse der Zersetzungsprodukte und werden von Serpentin oder Chlorit begleitet.

Die Ränder und früheren krummen Spalttrisse im Olivin werden meistens durch Opacit oder Magnet Eisen angedeutet. Magnet Eisen in strahligen Gebilden, wie es in Haufwerken von Augit und Augitaugen so häufig vorkommt, ist auch im Olivin beobachtet worden.

¹⁾ Eine innige Verwachsung von Hypersthen und Feldspath zeigt das in Taf. V, Fig. 5 u. 6 aufgenommene Vorkommen.

Ein zartes Kränzchen, aus Augit und Magneteisenkörnchen bestehend, umrandet oft die äusserlich stark corrodirtten Einsprenglinge von frischem Olivin.

Der Olivin enthält bisweilen Einschlüsse von Grundmassentheilen, welche andere Beschaffenheit als die der Hauptgrundmasse zeigen.

Merkwürdig ist der Einschluss von kleinen, scheinbar idiomorphen Feldspath-(Plagioklas-)krystallen, welche sich aus zwei Zwillingshälften bestehend erweisen.¹⁾

Der Olivin ist meistens auf Basalte und stark basische Andesite beschränkt, kommt aber ausnahmsweise in Hornblende-Andesiten und einmal, wie oben erwähnt, in einem basischen Dacit vor.

10. Apatit.

Apatit ist wiederholt in den sauren Laven, wie in den Biotit-Andesiten des Aliques-Gesteins, in den Hornblende-Andesiten und (seltener) in den saureren Pyroxen-Andesiten, beobachtet worden. Nur in einer geringen Anzahl von Vorkommnissen ist das Mineral in basischen Andesiten nachgewiesen worden.

Der Apatit bildet lange oder kurze, gedrungene Säulen mit pyramidalen Endbegrenzung. Bei den langen Säulen ist eine Quergliederung wahrzunehmen.

Der Apatit ist meist einschlussfrei. Nicht selten ist aber auf Längsschliffen eine feine bräunliche Schattirung bemerkbar, ähnlich den bekannten bestäubten Apatiten. Es ist bei diesen auch deutlich Pleochroismus wahrzunehmen. Die auf Querschliffen erscheinenden schwarzen Linien, welche gleichseitige Dreiecke mit den Seiten parallel den Spuren der Prismenfläche bilden, lassen auf die Orientirung der Einschlüsse schliessen. Bei Anwendung starker Vergrösserungen lösen sich diese schwarzen Linien in margariten-ähnliche Gebilde auf.

Der Apatit gesellt sich gern zum Magneteisen. Nicht selten ist das Mineral im Magneteisen eingeschlossen, und sehr oft sitzen die Apatitsäulchen auf Magneteisen auf oder liegen frei in der Nähe desselben (Taf. V, Fig. 4).

Apatit ist ausserdem als Einschluss in Olivin, Biotit, Hypersthen und Feldspath bekannt.

Ein pyroxenreicher Andesit vom Grund der Caldera des Rinniahu mit Lab. bis Lab.-And. enthält eine reichliche Menge Apatitsäulchen. Gewöhnlich ist das Mineral nicht in nachweisbarer Grösse in den basischen Laven zu finden.

¹⁾ Ein Olivinkrystall mit Einschluss von lamellirtem Feldspath und Glas ist in Taf. V, Fig. 3 aufgenommen.

11. Zirkon.

Zirkon ist nur in saureren Laven, meistens in Biotit-Andesiten des Aláques-Gesteins beobachtet worden. Gleich dem Apatit tritt er gern mit Magneteisen auf und erscheint in der bekannten Säulenform mit terminalen Pyramiden, zeigt auch immer scharfe krystallographische Begrenzung. Die Krystalle sind sehr stark und positiv doppelbrechend, wie man mit Hülfe eines entsprechenden Keils erkennt. Die Anzahl der Vorkommnisse ist eine geringe. Einschlüsse von Zirkon in Biotit und in Feldspath kommen vor.

12. Titanit.

In einem Dacit vom Sincholagua befinden sich mehrere, meist unregelmässig begrenzte Körner von Titanit, welcher hier gern mit Quarz erscheint. Er begleitet auch die in Adern dicht gedrängten, winzigen Pyroxensäulen. Einige Vorkommnisse in demselben Schliff zeigen scharfe Begrenzung mit einem Winkel von $119^{\circ} 43'$, unter welchem die charakteristischen Flächen $OP(001) : P \infty (101)$ an einander treffen.

13. Ausscheidungen im Magma, im Gestein makroskopisch nicht sichtbar.

Von besonderem Interesse sind die mannigfaltig gestalteten intratellurischen Gebilde, welche in diesen Gesteinen vorkommen.

Dieselben verhalten sich in genetischer Beziehung verschieden. Sie können entweder angenommen werden: als alte körnige Ausscheidungen in der Tiefe in dem sich ergießenden Gestein oder durch Resorption bereits ausgeschiedener Einsprenglinge oder durch Einschmelzen und Zerbröckeln bereits verfestigter Theile ein und desselben Magmas, oder endlich sind es fremde Einschlüsse.

Die beiden ersteren Erscheinungen haben wahrscheinlich in den meisten Fällen zur Bildung der Haufwerke und Augit-Augen geführt. Mit dem Namen „Haufwerke“ bezeichne ich zusammenhängende Gebilde von den als Einsprenglingen auftretenden Mineralien. Hierher gehören auch die sogenannten „Augit-Augen“.

Die häufigsten Bestandtheile der Haufwerke sind: Plagioklas, Augit, Hypersthen und Magneteisen. Ausserdem nehmen in untergeordneter Menge Olivin, Biotit, Horn-

blende und Apatit Theil an der Zusammensetzung dieser Gebilde, welche oft Glas von besonderer Beschaffenheit und selten Tridymit enthalten.

In der Mitte des Haufwerkes herrscht gewöhnlich Augit vor, welcher mit einer kleinen Menge Feldspath innig zusammengewachsen ist. Der Rand besteht meistens aus idiomorphem Plagioklas, welcher säulenförmig in allen Richtungen in die umgebende Grundmasse hineinragt.

Die eingeschlossene Grundmasse ist von anderer Beschaffenheit als die Hauptgrundmasse des Gesteins. Sehr weit verbreitet ist ein hellbraunes Glas, in welchem die Mikrolithen grösser entwickelt sind, dagegen in kleinerer Anzahl als in der umgebenden Lava erscheinen (Taf. VI, Fig. 5 u. 6).

Die innige Verwachsung der Mineralien in den Kernen dieser Gebilde, welche stellenweise als hypidiomorph-körnig zu bezeichnen sind, führt zum Schluss, dass diese Haufwerke unter besonderem Druck und Temperatur — Bedingungen, denen das Magma im Erdinnern unterworfen war — entstanden sind. Der Feldspath dringt bisweilen idiomorph in den Augit oder wird im Augit eingeschlossen. Das oben erwähnte eigentümliche Glas ist übrigens nicht auf die Haufwerke beschränkt, sondern findet sich auch in grossen Feldspath-Einsprenglingen eingeschlossen und nistet in den Zwickeln und Verästelungen zusammengesetzter Feldspathkrystalle.

Die randlichen, strahlenförmig entwickelten Feldspathsäulen sind zweifellos später als der Kern entstanden und können wohl gleichaltrig mit den gewöhnlichen Plagioklas-Einsprenglingen sein.

Der Tridymit ist auch sehr wahrscheinlich durch Angriff des Magmas auf die Mineralien des Haufwerks oder durch Zersetzung bei Temperaturveränderungen in einer späteren Periode entstanden, wie es die Versuche von Hautefeuille nahelegen.¹⁾

Merkwürdig ist das Vorkommen von Apatit in diesen Gebilden, zumal da dieses Mineral nicht in der einschliessenden Lava in nachweisbarer Grösse vorhanden ist.

In den Haufwerken basischerer Laven kommen Olivin und Feldspath zusammen vor. Die Struktur ist hier kaum als hypidiomorph-körnig zu bezeichnen. Einschlüsse von idiomorphen Feldspathsäulchen in Olivin lassen sich jedoch beobachten.

Den häufigen Einschlüssen von Feldspath in Augit, Olivin und anderen eisenreichen Mineralien ist eine ähnliche Bedeutung wie den Haufwerken beizumessen.²⁾

¹⁾ Comptes rendus LXXXVI. 1878. p. 192.

²⁾ In einer Abhandlung „On Gabbros, Dolerites and Basalts of tertiary age in Scotland and Ireland“ in Q. J. G. S., Vol. XLVI. 1886, p. 71 bezeichnet Judd mit dem Namen „glomeroporphyritic structure“ die Struktur gewisser in dem Dolerit von Fair Head Co Antrim vorkommenden Haufwerke. Nach seinen Abbil-

Bisher konnte kein Unterschied zwischen den Mineralien der Haufwerke und denjenigen des einschliessenden Gesteins festgestellt werden. Soweit Bestimmungen vorgenommen sind, halten sich die Feldspathe der Haufwerke innerhalb der Grenzen, welche für die gewöhnlichen Einsprenglinge gelten. Da sich aber die meisten Feldspathe der Haufwerke am Rande befinden, daher vielleicht in einer späteren Periode entstanden sind, so ist diese Thatsache von weniger Bedeutung.

Auf die Einwirkung der Resorption eisenreicher Mineralien sind aller Wahrscheinlichkeit nach die sogenannten Augit-Augen zurückzuführen.

Dieselben bestehen aus dicht zusammengedrängten, stark abgerundeten Pyroxenkörnern, welche in einem Kitt von Grundmasse oder von Feldspath liegen. Der Feldspath tritt meistens randlich auf, wo er den Raum zwischen den Pyroxenkörnern gänzlich ausfüllt.

Die Gestalt dieser Haufen ist gewöhnlich rundlich oder spindelförmig. Gestalten von angenähert rhombischer Form mit Winkeln von 68° resp. 54° sind ebenfalls beobachtet worden.

In der Mitte des Haufens sind die Augitkörner ohne Zwischenräume aneinandergewachsen. Die in diesen eingeschlossenen Magnetisen-Kryställchen ordnen sich oft in strahlenförmige Reihen zusammen.

Nester von zusammengewachsenen Augitkörnern mit strahlenförmigem Magnetisen sind oft wiederkehrende Bildungen und können wohl Kerne von Augit-Augen darstellen (Taf. VI, Fig. 3).

Die durch Resorption aus Biotit oder Hornblende entstandenen Haufen von Pyroxen und Feldspath sind gelegentlich sehr grobkörnig und zeigen manche Aehnlichkeiten mit den Augit-Augen. In diesen ist der Feldspath am Rande am reichsten entwickelt, und das etwa vorhandene Magnetisen nimmt gern die Strahlenform an.

14. Einschlüsse, im Gestein makroskopisch sichtbar.

Als Einschlüsse sind die scharf begrenzten Gesteinstheilehen zu deuten, welche wegen ihrer höheren krystallinischen Entwicklung deutlich gegen die umgebende Masse abstechen.

Dungen und Ausführungen sind diese Gebilde stark abgerundet, lassen jedoch keinen Angriff durch das umgebende Magma erkennen.

Desgl. beschreibt und bildet Allport in seiner Abhandlung „On the microscope structure and composition of British Carboniferous Dolerites“, Q. J. G. S., Vol. XXX, 1874, p. 529, eigenthümliche Gebilde ab, in welchen strahlenförmig angeordnete Augitkrystalle mit Feldspath zusammentreten.

Im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Haufwerken sind sie dem unbewaffneten Auge wahrnehmbar. Auch hier ist kein wesentlicher Unterschied zwischen den Mineralien der Einschlüsse und denen des Hauptgesteins zu erkennen. Allerdings sind die dunklen und hellen Bestandtheile in verschiedenen Verhältnissen vorhanden. Gewöhnlich zeigen die Einschlüsse einen höheren Gehalt an basischeren Mineralien, das umgekehrte Verhältniss ist aber auch festzustellen.

Auch hier führt die Erfahrung zu dem Schluss, dass die Einschlüsse als frühere Ausscheidungen aus demselben Magma, welches den oberflächlichen Erguss lieferte, zu betrachten sind, ein Schluss, der übrigens schon von früheren Forschern gezogen worden ist.¹⁾

Die Aehnlichkeit derartiger Einschlüsse mit anderen zum Erguss gelangten Strömen giebt die Möglichkeit an die Hand, die Zugehörigkeit zweier Laven zu ein und demselben Herd zu entscheiden.

Von besonderem Interesse ist das Vorkommen von Einschlüssen in oberflächlichen Ergüssen, welche Neigungen zu einem Vorherrschen von dunkleren Bestandtheilen aufweisen. In einem gewöhnlichen Hornblende-Pyroxen-Andesit zum Beispiel befindet sich ein hornblendericher Einschluss. Die gleich grossen Leisten von Hornblende und Plagioklas fügen sich in einer Glasbasis zu einem diabasartig erscheinenden Netze zusammen (Taf. VII, Fig. 1).

Die eckige Gestalt der Einschlüsse und deren reichliche Menge machen manchmal den Eindruck, als seien sie Bruchstücke einer früher verfestigten, zusammenhängenden Gesteinsmasse.

In keinem genetischen Zusammenhang mit der einschliessenden Lava stehen die Quarzeinschlüsse in den neuen Cotopaxi-Laven, ferner die lamprophyrischen Einschlüsse in einem Gerölle des Rio Cutuchi. Sie verdanken ihre Entstehung der letzten der oben angeführten Möglichkeiten, sind also entschieden Fremdlinge.

¹⁾ In Reise u. Stübel: Reisen in Süd-Amerika. Geologische Studien in der Republik Colombia. I. Petrographischer Theil. Die vulkanischen Gesteine. Von R. Küch. Berlin 1892. p. 83. — Und in demselben Hauptwerk: Das Hochgebirge der Republik Ecuador I: Die Gesteine der equatorialen West-Cordillere von Tulcan bis zu den Escalera-Bergen. Von M. Belowsky. Berlin 1892. p. 57.

B. Die Gesteine.

Allgemeines.¹⁾

Die Andesite sind die wichtigsten Gesteinsarten des hier untersuchten Gebietes. Sie herrschen besonders unter den Laven des Cotopaxi, Valle-vicioso, Quilindaña und Sinchologua über die anderen Gesteinsarten vor, an anderen Bergen dagegen, z. B. am Paschoa und Rumiñahui, treten sie zu Gunsten der Basalte und Dacite zurück, es bilden im Allgemeinen die eigentlichen Pyroxen-Andesite die Hauptmasse der Laven; Hornblende und Biotit-Andesite spielen eine ganz untergeordnete Rolle.

Die Bestimmung einer grossen Anzahl von einzelnen Feldspath-Einsprenglingen nach der Methode von Fouqué gestattet eine Gliederung der Andesite nach der Art dieses wichtigen Bestandtheils des Gesteins. Die so erhaltene Eintheilung ist sehr lehrreich und einleuchtend. Für ganze Reihen von Laven ist der Feldspath innerhalb gewisser Grenzen charakteristisch und constant. Die Gliederung nach der Art des Feldspathes deckt sich aber in sehr unvollkommener Weise mit der gewöhnlichen, auf Grund des dunklen Mineralbestandtheils vorgenommenen. Folgende Sätze stellen die allgemeinen Ergebnisse meiner Untersuchungen dar:

Die an basischem Feldspath reichsten Laven sind immer reine Pyroxen-Andesite, oft mit Olivin, immer aber ohne Hornblende oder Biotit.

Die Hornblende-Pyroxen-Andesite lassen saure und basische Typen erkennen. Diese erreichen aber nie den Grad der Basicität der oben genannten Reihe von reinen Pyroxen-Andesiten, werden aber betreffs des Kieselsäuregehalts von einer Reihe von Biotit-Andesiten übertroffen.

An den sauren Enden der Andesitreihe stehen gewisse gut charakterisirte biotit-reiche Laven, welche meistens arm an Pyroxen und an Hornblende sind.

Die Pyroxen-Andesite von mittlerer Basicität lassen sich den gleichartig beschaffenen Hornblende-Andesiten zur Seite stellen, selten aber erreichen die reinen Pyroxen-Andesite den Gehalt an Kieselsäure, welcher den sauersten Hornblende-Andesiten und Daciten eigen ist.

Mit anderen Worten: sobald der Kieselsäuregehalt der Pyroxen-Ande-

¹⁾ Was die einzelnen Fundorte an Gesteinen darbielen, ist in einem besonderen Abschnitt dargelegt.

site eine gewisse Grenze übersteigt, erscheint Hornblende oder Biotit, oder das Gestein nimmt einen dacitischen Habitus an.

Den hier geschilderten Verhältnissen ist natürlich nur ein empirischer Werth beizumessen. Innerhalb des erforschten Gebietes kommen schon Ausnahmefälle vor; da Uebergangsformen mannigfach vorhanden sind, so sind allgemein gültige Regeln in diesem Sinne nicht festzustellen.

Der monokline Pyroxen ist überall in allen Andesiten verbreitet und wird beinahe ohne Ausnahme von dem rhombischen begleitet. An eine Eintheilung in dieser Beziehung ist nicht zu denken.

Die Mineralien: Plagioklas, Augit, Hypersthen und Magnet Eisen bilden die Hauptmasse der Laven. Olivin ist namentlich in basischen Gliedern nicht selten. Tridymit ist ein häufiger Bestandtheil, Apatit dagegen ist selten nachgewiesen worden.

Die Laven zeigen meistens eine porphyrische Struktur. In einzelnen Fällen, wie bei Gängen, fällt das Zurücktreten der Einsprenglinge auf. Die häufigste Form der Grundmasse ist eine pilotaxitische; ihren Hauptbestandtheil bilden die schlanken, immer fluidal angeordneten Feldspathleisten. Der Pyroxen erscheint meistens in Form von winzigen Nadeln; die seltenen Körner sehen wie Bruchstücke aus. Magnet Eisenkörner sind immer vorhanden.

In den basischeren Laven ist eine hyalopilitische Erstarrungsform häufig. Das braune Glas der Grundmasse enthält oft Globuliten. Die deutlich lamellirten Feldspathleisten sind kurz und dick; einige auch $\infty P^{\infty} (010)$ ausgebildete Tafeln sind bemerkenswerth. Pyroxen in Nadelform und Magnet Eisen sind gut vertreten.

Eine ausgezeichnete vitrophyrische Ausbildung ist in Bomben beobachtet worden.

Eine sehr bemerkenswerthe, scheinbar eisenarme Form ist nur in Geröllen und Einschlüssen bekannt. Die nahezu holokrystallinische Grundmasse besteht hauptsächlich aus gut ausgebildeten lamellirten Feldspathleisten, welche sich zu einem netzartigen Gefüge anordnen. Fluidalstruktur fehlt oft gänzlich. Die Zwischenräume werden von schuppenförmigem Tridymit ausgefüllt. Pyroxen und Magnet Eisen als Bestandtheile dieser Grundmasse treten bedeutend zurück.

a) Dacitische und saure andesitische Gesteine.

1. Dacite.

Die Dacite sind nur in kleiner Anzahl vertreten. Ungefähr ein Drittel der Lestücke vom Rumiñahui und einige Exemplare vom Sincholagna gehören in diese Reihe.

Die vom Rumiñahui stammenden Handstücke sind stark verwittert. Die Grundmasse besteht gewöhnlich aus unregelmässig begrenzten Feldspathkörnern und enthält immer Quarz, dessen Körnchen sich sehr oft zu rundlichen Haufen zusammengesellen und als ursprünglich zu betrachten sind. Erz ist in mässiger Menge vorhanden. Nur in einem Fall ist die Grundmasse pilotaxitisch. Der Feldspath der Einsprenglinge ist ein kieselsäurereicher Plagioklas. Die Bestimmungen ergeben And.-Lab. bis And.-Ol., selten Lab.-Byt. Der Plagioklas ist oft gut erhalten und zeigt dann reichliche Zwillinglamellen. Einige Feldspath-Einsprenglinge enthalten viel Muscovit in kleinen Fetzen wohl als secundäres Produkt. Die Zwillinglamellen sind hierbei nicht mehr zu erkennen; der noch erhaltene Rest des Feldspathkrystals zeigt aber scharfe Begrenzung und löscht orientirt aus.

Diese Gesteine enthalten viel Chlorit. Nach den Umrissen und noch vorhandenen Spaltrissen zu urtheilen, ist dieser aus Biotit entstanden, selten erinnern die Formen an Olivin; auch kommt viel Kalkspath in diesen Schliften vor. Unveränderte Reste des dunklen Mineralbestandtheils sind nicht zu finden.

Ein weissfarbiges Handstück enthält Pyrit und Turmalin in kleinen, mikroskopischen Säulchen und ein wenig Titanit.

Die Turmalinkristalle sind sehr klein, einige Flächen sind kaum zu erkennen, die Säulenform tritt jedoch deutlich hervor. Die Säulehen liegen einzeln in der Grundmasse oder vereinigen sich zu kleinen Haufwerken.

Die Farbe des Minerals ist im Dünnschliff bei gewöhnlichem Licht bläulich-grün. Die Absorptionsfarben sind für den ordentlichen Strahl dunkel-schmutzig-blau-grün, für den anserordentlichen Strahl hell-gelb-grünlich.

Mikroskopische Quarzsäulchen mit terminalen Flächen in Drusen sind in einem Lesestück beobachtet worden.

Quarz als grösserer Einsprengling kommt in diesen Daciten nicht vor.

Erz (Magnetkies, Eisenkies, Haematit) ist ziemlich reichlich, jedoch etwas ungleichmässig in der Masse vertheilt.

Apatit in langen Nadeln ist namentlich in einem grob auskrystallisirten Exemplar nachgewiesen worden.

Tridymit ist in dem quarzfreien Vorkommniss von Yahui reichlich vorhanden.

Titanit kommt in einigen vom Sincholagua stammenden quarzreichen Formen vor.

Ein pleochroitischer Glimmer mit geringer Absorption erscheint gelegentlich in Form von kleinen Fetzen in der Grundmasse.

Am Sincholagua kommt ein typischer Dacit vor. Die Grundmasse desselben ist durchaus doppelbrechend und besteht hauptsächlich aus kleinen, unregelmässig begrenzten Feldspathkörnern.

Was die Einsprenglinge anbelangt, so treten die dunklen Bestandtheile zurück.

Die zahlreichen, meistentheils einzeln zu erblickenden Quarzkörner sind in der Grundmasse ungleichmässig vertheilt.

Von demselben Fundort, Rückwand Yahnli, stammt ein Lesestück mit typischer, dacitartiger Grundmasse, welches wohl quarzfrei, aber reich an Tridymit ist. Dieses Gestein besitzt viel Pyroxen und chloritische Zersetzungsprodukte und enthält Feldspath von der Zusammensetzung Byt.-Lab. bis Lab.-Byt., gehört also zu einer basischeren Reihe als die vorhergehende. Diese Lava befindet sich in Gesellschaft von tridymitreichen und vitrophyrischen Formen, welche ebenfalls basischen Feldspath führen und den Uebergang zwischen Daciten und Andesiten vermitteln.

Ob der unregelmässig begrenzte Feldspath der dacitischen Grundmasse Sanidin ist oder nicht, muss vorläufig dahingestellt bleiben. Näher jedoch liegt die Vermuthung, ihn mit dem Feldspath des eisenarmen Sambach-Typus zu identificiren und ihn nicht zum Sanidin zu stellen.

Wegen abweichender chemischer und mineralogischer Zusammensetzung verdient ein hier als Dacit bezeichnetes Gestein besondere Aufmerksamkeit. Das graue Handstück von dem Grund der Caldera des Rumiñahi enthält mikroskopischen Quarz, welcher sich in kleinen Drusen in entschiedener Säulenform entwickelt. Die nahezu holokrystallinische Grundmasse besteht aus unregelmässig begrenzten Feldspatlmikrolithen, reichlichem Erz und enthält wenig Quarz in rundlichen Körnern. Die Feldspath-Einsprenglinge erscheinen in Form von gut entwickelten, bis 8 mm langen lamellirten, mitunter geknickten und gebogenen Säulchen, welche betreffs Zusammensetzung wenig von dem Mischungsverhältniss des Labradors abweichen. Der dunkle Bestandtheil, jetzt in Chlorit, Carbonate und Opacit zersetzt, scheint Olivin gewesen zu sein. Einige kleinere zersetzte Einsprenglinge sehen wie Biotit aus. Mit dieser Deutung steht auch der von der Bausch-analyse erwiesene hohe Gehalt an Magnesia und Eisen im Einklang.

In Anbetracht des für Dacit niedrigen Kieselsäure- und hohen Eisengehaltes ist ein hohes specifisches Gewicht zu erwarten, wie es in der That hier vorkommt.¹⁾

¹⁾ Vergleiche: Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1898, p. 286 für Analysen und specifisches Gewicht verschiedener Dacite. Einige aus den verschiedenen Analysen als höchste und niedrigste der darin angegebenen Werthe sind folgende:

	Niedrigster Werth		Höchster Werth
Si O ₂	62.21	Als	69.26
Mg O	0.64	-	2.03
(Fe ₂ O ₃	1.36	-	6.48
(Fe O	0.00	-	
Sp. G.	2.15	-	2.647

Die von mir angefertigte Analyse ergab folgendes Resultat:

Nr. 285. Grund der Caldera, 3950 Meter, Rummibahui.

SiO ₂	55,34
Al ₂ O ₃	16,25
Fe ₂ O ₃	5,59
FeO	2,83
MgO	5,51
CaO	3,93
Na ₂ O	4,81
K ₂ O	1,51
H ₂ O	3,06
P ₂ O ₅	0,36
CO ₂	1,51
	100,70
Spec. Gew.	2,674

Dieses Vorkommniß von einem seit langem unthätigen, jetzt als erloschen geltenden Vulkan lässt sich mit der von Belowsky¹⁾ beschriebenen, ebenfalls in der Reisschen Sammlung befindlichen Dacitlava der Escaleras-Berge vom untersten Derumbo, rechte Seite des Perngache-Thales, vergleichen. Beiden Gesteinen ist das Auftreten von Olivin und das Fehlen von nachweisbarem Apatit gemeinsam.

Die Piperno-Struktur der Derumbo-Lava fehlt gänzlich im obigen Gestein; sonstige Unterschiede in Farbe u. s. w. lassen sich durch die verschiedenen Erhaltungszustände erklären.

Zum Vergleich mit dem hier beschriebenen Gestein ist aus demselben Werk, vgl. vorstehende Seite, die Analyse eines Biotit-Dacites ohne Quarz vom Pergamon-Hügel wiedergegeben.

SiO ₂	63,17
Al ₂ O ₃	17,15
Fe ₂ O ₃	2,84
FeO	1,51
MgO	2,17
CaO	4,17
Na ₂ O	5,08
K ₂ O	4,19
H ₂ O	2,54
P ₂ O ₅	—

¹⁾ W. Reiss u. A. Stübel: Reisen in Süd-Amerika. Das Hochgebirge der Republik Ecuador, Bd. I, p. 24 oder im Sep.-Abdr.: M. Belowsky, Die Gesteine der ecuadorianischen West-Cordillere vom Tulcan bis zu den Escaleras-Bergen. 1892.

2. *Biotit-Andesite.*

Die meisten Laven dieser Reihe sind von saurer Beschaffenheit und zeichnen sich durch einen eigenartigen Habitus, sowie durch das Gleichbleiben ihrer mineralogischen Bestandtheile aus.

Gut ankrystallisirte Vorkommnisse sind selten. Auch in diesen enthält die Grundmasse viel Glas, in welchem die Mikrolithe von Feldspath und Hypersthen, wenn auch in reichlicher Menge vorhanden, sich nie zu einem Filz zusammenfinden. Bezeichnend ist die Klarheit der farblosen Grundmasse und die scharfe Begrenzung der meistens einfachen Feldspathleisten. Es kommen auch kleine, gut entwickelte, mitunter stark pleochroitische Hypersthensäulchen in mässiger Menge vor. Kleine Magnetisenkryställchen und Erz sind selten, Apatit und Zirkon kommen häufig, wenn auch nicht in reichlicher Menge, vor; meistens treten diese Mineralien in Gesellschaft mit Magnetisen auf.

Tridymit ist selten.

Die meisten Formen dieser Reihe sind von vitrophyrischem Habitus. Durch Abwechselung von schwarzen, glasigen und hellfarbigen, entglasten Schichten und Schlieren kommt eine vorzügliche eutaxitische Struktur zu Stande. Die Gläser zeigen oft eine starke perlitische Absonderung. Die wolkenartig entglasten Flächenräume werfen auch im Schliff mit ziemlich stärkerer Vergrösserung ein weisses Licht zurück; die radialförmigen Gebilde ahmen oft Sphärolithen nach, zeigen aber äusserst schwache Doppelbrechung.¹⁾ In glasreichen Stellen kommt durch die Anordnung der Entglasungsgebilde eine starke finidale Struktur zu Stande.

In den besser ankrystallisirten Laven zeigen die scharf begrenzten, einfachen Feldspathleisten ungefähr orientirte Auslöschung. Skelettartige Formen fehlen nicht; eine beträchtliche Auslöschungsschiefe (12°) ist bei Leisten mit nur einer Zwillingdamelle gemessen worden.

Sandlin ist als Einsprengling nicht beobachtet worden.

Der Feldspath der Einsprenglinge ist ein Plagioklas, meistens dem Charakter eines Andesin-Oligoklas angehörend.

Diese Einsprenglinge sind ungewöhnlich scharf begrenzt und beinahe frei von Grundmassen-Einschlüssen. Sie zeigen oft hohe Polarisationstöne.

Auch bei günstig getroffenen Schliffen ist die Spaltbarkeit noch sehr schwach entwickelt.

¹⁾ Bei hinreichendem Grad der Doppelbrechung ist der optische Charakter der Faserchen negativ.

Der Biotit ist braun und zeigt starke Absorption des parallel der Spaltung schwingenden Strahls. Ein Schliff parallel der *c*-Axe in der betreffenden Stellung sieht nahezu schwarz aus. Kleine Biotitschuppen, welche wohl zu der Grundmasse zu zählen sind, zeigen die charakteristischen sechseckigen Umrisse und sind zu den bekannten Zwillinggruppen nach Flächen aus der Prismenzone zusammengetreten.

Eine kleine Menge Hornblende ist in den meisten Schliffen zu finden und fehlt vielleicht nie ganz. Mit Zunahme des Hornblendegehalts wird der Feldspath ein kalkreicherer. Hierdurch wird der Uebergang zu den Hornblende-Andesiten vollzogen.

Ein Einschluss im Biotit von zahllosen schwarzen Erztheilchen, die sich faserartig parallel der Spaltung legen, deutet auf aufangende Resorptionsvorgänge hin, welche übrigens in diesen Gesteinen selten beobachtet worden sind.

Angit ist ein spärlicher Bestandtheil der typischen Laven dieser Art.

Diese Ausbildungsweise ist für die Aláques-Gesteine typisch. Sie wurde durch das Studium einer grossen Anzahl von Blöcken und Geröllen erkannt, welche ihrerseits von den anstehenden Tuffen des Rio Inca-loma und aus dem Rio Aláques stammen und ohne Zweifel Laven des Fussgebirges vom Cotopaxi sind. Sie stellen den Aláques-Typus dar.

Zu den anstehenden Gesteinen dieser Reihe ist zweifellos eine Lava zu zählen, welche über Yahüll (Sincholagua) im oberen Theil der Loma Fala gefunden ist. Die Grundmasse stimmt genau mit der typischen überein. Der Schliff enthält aber äusserst wenig Biotit. Unter diesem Erguss liegt unmittelbar eine typische Hornblende-Andesit-Lava mit pilotaxitischer Grundmasse, wenig Pyroxen und Feldspath von der Zusammensetzung Lab.-Byt. bis Lab.-And.

Nahe verwandt ist auch eine auf dem Morro-Gipfel, Fussgebirge des Cotopaxi, anstehend gefundene vitrophyrische Lava mit stark entwickelter perlitischer Absonderung und sphärolitischen Gebilden. Von der typischen Form aber weicht diese Lava etwas ab, indem sie eine kleine Menge Hornblende statt Biotit und einige nicht unbeträchtliche Einsprenglinge von Pyroxen enthält. Der Feldspath ist Lab.-And. bis And.-Ol.

Hierzu gehören auch die in der Reiss'schen Sammlung reichlich vertretenen Bimssteine von San Felipe bei Latacunga; es giebt unter den einsprenglingsarmen Gläsern dieses Fundortes einige besser auskrystallisirte Exemplare, welche auf diese Verwandtschaft aufs Entschiedenste hindeuten.

Diese Latacunga-Bimssteine¹⁾ sind wenigstens zum Theil in Thon oder Lehm ein-

¹⁾ Von diesen Bimssteinen handeln: P. Bouguer, *Figure de la Terre*. 1749. p. LXVIII; A. v. Humboldt, *Essai géognostique*. 1823. p. 343, 346; Kosmos IV. 1858. p. 364, 366; H. Abich, *Ueber die Natur und den Zusammenhang der vulkanischen Bildungen*. 1841. Tab. III, p. 62 u. p. 83.

gebettet, sind also behufs Alter und Abstammung mit den Blöcken der Tuffe von Inca-loma zu vergleichen¹⁾ (vergleiche Reiss'sche Einleitung).

Die von Klautzsch²⁾ erwähnten Glimmer-Andesite von Llangagua können wohl zu dieser Reihe gehören. Diese sind perlitische Binssteine, welche nur winzige Leisten von Plagioklas und Biotit enthalten. Anschlussgebende Vorkommnisse, wie die Gerölle von Aláques und Inca-loma scheinen in den bisher untersuchten Sammlungen nicht vorhanden gewesen zu sein.

Ein paar Biotit-Andesite von basischerer Beschaffenheit befinden sich in der Berliner Sammlung. Sie zeigen die gewöhnliche pilotaxitische Grundmasse der Pyroxen- oder Hornblende-Pyroxen-Andesite.

Der braune Biotit mit starker Absorption ist von der schon beschriebenen Art. Hornblende bildet auch einen wichtigen Bestandtheil der Einsprenglinge. Abweichend ist die Beschaffenheit des Feldspaths, welcher Mischungsverhältnisse zwischen Lab.-Byt. und And.-Ol. aufweist und viele Einschlüsse von Tridymit und Grundmassentheilen enthält. Weiter sind die Feldspath-Einsprenglinge durch Angriff des Magmas stark abgerundet.

Es ist dieses aber ein vereinzelter Vorkommen. Die grossartigen Resorptionsgebilde deuten auf einen labilen Zustand der ganzen Masse hin. Es ist kaum zu denken, dass hier ein besonderer Laven-Typus vorliegt.

¹⁾ Ein von Humboldt gesammeltes Binssteinstück, welches wegen der ungewöhnlich geradlinig-parallel gestreckten Blasen ein fein-faseriges Aussehen besitzt, trägt folgenden Vermerk:
„Pierre ponce des Carrières de Llacatunga. Les collines de Guapulo et Zumbalica en consistent. Elle est un jour à 80 f. d'épaulement. Ansteht? In horizontalen Fichtschichten mit Thonklüften unterbrochen.“

Esmark

in 1485 f. nur mer

scheint dort anstehend wie dichter Kalkstein. Doch nahe am Cotopaxi:-

Gustav Rose hat die Bemerkung dazu gesetzt: „Enthält Glimmer mit Oligoklas. Binssteinstücke.“

Im „Essai préliminaire sur le gisement des roches“, 1823, p. 315 hat Humboldt die Schiebung dieser Binssteine auf die Thätigkeit des Wassers zurückgeführt.

Ueber dieselbe Formation schreibt Abich:

„In den 430 F. hohen Hügeln von Guapuli in Zumbalica liegt diese seltsame Felsart eingeschlossen in einer weissen thonigen Erde in wagerechten Schichten und senkrechten Fasern von 4 Zoll bis 3 Fuss Mächtigkeit, aus denen Blöcke von 60 Fuss gewonnen werden könnten. Ohne ein eigentliches Conglomerat zu bilden, sind diese Blöcke gleichsam nur niedergelegt in den Thon mit kleinen Binssteinstücken, welche in 30 bis 60 Fuss mächtige horizontale Blöcke abgetheilt erscheinen.“ H. Abich: Ueber die Natur und den Zusammenhang der vulkanischen Bildungen. 1841, p. 83.

Anm. von W. Reiss. In der Etiquette zum Humboldt'schen Handstück, wie in den Bemerkungen Abichs sind die verschiedenartigsten Dinge durcheinandergeworfen. Es möge genügen, darauf hinzuweisen, dass San Felipe de Llacatunga etwa 36 km SW. vom Cotopaxi liegt, während Guapulo und Zumbalica einige 50 km nördlich vom Cotopaxi am Fuss des Pichincha sich finden, mit der Binssteinablagerung vom San Felipe also in gar keiner Verbindung stehen können.

²⁾ W. Reiss u. A. Stübel: Reisen in Süd-Amerika. Das Hochgebirge der Republik Ecuador, Bd. I, S. 220 oder Sep.-Abdr.: Die Gesteine der equatorischen West-Cordillere vom Rio Hatuncuma bis zur Cordillera de Llangagua. Berlin 1893, S. 42.

Mit Zunahme des Gehaltes an Hornblende steigt, wie schon oben erwähnt, der Anorthitgehalt des Feldspaths in diesen Laven. In einem Gestein vom Quilindaña, welches ausser Biotit eine beträchtliche Menge Hornblende führt, ist der Feldspath Lab.-Byt. bis And.-Ol. Die Grundmasse jedoch lässt sich nicht wesentlich von der Grundmasse der sauren Biotit-Andesite von Aláques unterscheiden.

Ein Biotit-Andesit vom Sincholagua, welcher die pilotaxitische Grundmasse der Pyroxen- oder Pyroxen-Hornblende-Andesite zeigt, enthält Feldspath in dem Mischungsverhältnis Lab.-Byt. bis Lab.-And. und auch Hypersthen als Einsprengling. Auch diese Lava hat wenig Hornblende aufzuweisen. Ob dieses Stück als Typus einer basischeren Biotit-Andesit-Varietät zu betrachten ist, oder ob es nur eine Lokalfacies der Hornblende-Andesite darstellt, ist an dem vorhandenen Material nicht festzustellen.

3. *Hornblende-Andesite.*

Vom Sincholagua stammen ein paar Lesestücke von hornblendereichen Laven, in welchen Pyroxen als Einsprengling so gut wie fehlt.

Die Grundmasse ist sehr reich an winzigen Pyroxennadeln. Kleine Feldspathleisten liegen zerstreut in einem schwach doppelbrechenden Teig, welcher unter gekreuzten Nicols eine etwa an die dacitische Grundmasse erinnernde, verschwommene, körnige Struktur aufweist. Einige Magnetitkörnerchen sind vorhanden.

Der Feldspath der Einsprenglinge ist in den Hornblende-Andesiten ziemlich scharf begrenzt und gehört meistens zum Byt.-Lab., kleinere Einsprenglinge zum Lab.-An.

Die braun-grünliche Hornblende ist in ziemlich reichlicher Menge als Kern in der Mitte der meistens scharf begrenzten Resorptionsanhäufen vorhanden.

Der Schliff enthält wenige kleine, kaum zu der Grundmasse zu zählende Hypersthensäulchen, die einzigen Vertreter einer früheren Pyroxen-Generation; Apatit ist leicht nachweisbar und enthält äusserst feine prismatische Einschlüsse.

Eine starke perlitische Struktur gewahrt man am besten in den Handstücken, welche aus linsengrossen Kügelchen zusammengesetzt erscheinen. U. d. M. ist der Unterschied zwischen Kügelchen und Teig kaum wahrzunehmen, nur die perlitischen Risse sind zu erkennen.

4. *Hornblende-Pyroxen-Andesite.*

Die Hornblende-Pyroxen-Andesite sind nur in geringer Anzahl vertreten. Sie sind von wechselnder Beschaffenheit und bilden unter sich keine einheitliche Reihe. Weder

die Formen der Grundmasse, noch die mineralogischen Zusammensetzungen bieten irgend ein Merkmal ausser dem Vorhandensein der Hornblende selbst, welches sie von den Pyroxen-Andesiten unterscheidet.

Die Grundmasse ist meistens pilotaxitisch in den basischeren, etwas hyalopilitisch oder sogar vitrophyrisch in den saureren Endgliedern der Hornblende-Pyroxen-Andesite.

Der Feldspath ist von sehr verschiedener Zusammensetzung. Innerhalb desselben Schlfes befinden sich Plagioklase von Bytownit bis And.-Ol. In dieser Beziehung ist die grosse Ausdehnung der Grenzen, innerhalb welcher sich die Feldspathe befinden, besonders bei den Hornblende-Pyroxen-Andesiten auffallend. Ana Quilindaña kommen einige saure Formen mit And.-Ol. vor; diese setzen sich aber nicht zu einer besonderen selbständigen Reihe zusammen.

Unter den basischeren Formen erscheinen einige, welche viel Erz und Pyroxen enthalten. Mitunter sinkt die Menge dieser Bestandtheile zu einem sehr kleinen Betrag herunter. Olivin in frischem Zustand ist auch beobachtet worden. Biotit mit starker Absorption ist in den meisten Exemplaren vorhanden.

Der Pyroxen ist Angit und Hypersthen von denselben Arten, wie die, welche in den Pyroxen-Andesiten vorkommen.

Die Hornblende ist in den meisten Schlfen stark resorbiert. In solchen Fällen ist der noch erhaltene Kern häufig von brauner Farbe. In einem Schlf mit eisenreicher (brauner) Grundmasse ist die Hornblende grün und kaum angegriffen.

Tridymit ist häufig und besonders reichlich in einigen Schlfen, welche viel Hornblende im Zustande der Resorption enthalten. Hier gesellen sich oft die rundlichen Tridymithaufen zu den angegriffenen Mineralien.

Olivin ist hier ausnahmsweise in Hornblende-Andesiten gefunden worden. Bemerkenswerth ist das Vorkommen eines deutlichen Olivinkrystalles in einem hornblendereichen Andesit mit Feldspath von Lab.-Byt. bis Ol.-And.

Apatit tritt in Hornblende-Pyroxen-Andesiten in Gesellschaft mit Magnetseisen oder Feldspath auf.

Biotit mit starker Absorption begleitet oft die Hornblende in diesen Laven. In einem Fall wird die Hornblende von Biotit an Menge übertroffen. Der Feldspath ist Lab. bis And.-Ol. Die Grundmasse ist hyalopilitisch mit viel Glas. Die Lava stammt vom Quilindaña und kann als Verbindungsglied zwischen den Hornblende-Pyroxen-Andesiten und den sauren Biotit-Andesiten betrachtet werden.

In einem Bimsstein aus der Sammlung A. v. Humboldt's ist die Grundmasse vitrophyrisch-perlitisch. Der Feldspath ist Lab. bis And. Dieser Schlf, welcher sehr reich

an einer tiefgrünen Hornblende ist und Einsprenglinge von Angit und Hypersthen enthält, bietet trotzdem manche Aehnlichkeiten mit den sauren Biotit-Andesiten dar.

Damit am nächsten verwandt ist die vitrophyrische Lava vom Morro-Gipfel. Ihr Gehalt an Hornblende ist aber sehr gering.

b) Basische Andesite und Basalte.

1. *Pyroxen-Andesite.*

Ein Hauptbestandtheil der andesitischen Laven wird von den eigentlichen Pyroxen-Andesiten gebildet. Diese Abtheilung steht in der Mitte zwischen den Biotit- und Hornblende-Andesiten und den Daciten auf der einen und den Basalten auf der anderen Seite. In keiner Richtung ist die Begrenzung eine scharfe. Gegen die Hornblende-Andesite sowohl wie gegen die Basalte sind die Grenzen sehr undeutlich und ohne Willkür nicht festzustellen. Gegen Biotit-Andesite und Dacite sind die Grenzen weniger zweifelhaft, wiewohl auch hier Uebergangsformen vorhanden sind.

Die meisten Laven zeigen eine pilotaxitische Grundmasse, in welcher die Feldspathleisten vorherrschen. Im Allgemeinen ist die Fluidalstruktur stark entwickelt. Der Pyroxen der Grundmasse kommt in Form von zerstreuten Körnern, mehr noch aber von kleinen Nadelchen vor.

In den tridymitreichen Schläffen tritt gewöhnlich der angitische Bestandtheil der Grundmasse stark zurück. Dagegen gibt es hyalopilitische Formen, in welchen die Feldspathleisten nur eingestreut vorkommen und von den reichlich entwickelten Pyroxennadelchen an Menge übertroffen werden.

Magneteisen ist überall in der Grundmasse vorhanden. Einige basischere Laven enthalten viele Globulite, welche wohl als Magneteisen zu betrachten sind.

Tridymit ist weit verbreitet und spielt mitunter die Rolle eines Teiges, in welchem die Mikrolithen eingebettet liegen. Die rundlichen Schuppenhaufen von Tridymit gehören auch zu einer späteren Erstarrungsperiode und zählen daher besser zu der Grundmasse.

Der Felspath, und zwar der Plagioklas, bildet die Hauptmasse der Einsprenglinge und erscheint in allen Mischungsverhältnissen vom Anorthit bis zum Andesin-Oligoklas. Für einige Gesteine sowohl, als auch für ganze Reihen von Laven ist die Zusammensetzung des Plagioklases constant und innerhalb bestimmter Grenzen der Mischungsreihe beschränkt. Manche von den an die Basalte angrenzenden Andesiten der neueren Lavenströme enthalten Anorthit bis Lah.-Byt. Am anderen Ende der Reihe, in welcher alle

Zwischenformen vorkommen, steht eine Lava vom Quilindaña, in der im Dünnschliff Andesin-Oligoklas festgestellt ist. Vielleicht sind auch in dieser Lava basischere Formen der Mischungsreihe vorhanden, da der Schliff auch Olivin enthält. Gewöhnlich aber enthalten die Laven mit albitreichem Plagioklas auch Hornblende oder Biotit und werden in die bezüglichen Abtheilungen untergebracht.

Gegen Feldspath tritt Pyroxen im Allgemeinen zurück. In wechselnder Menge und unter wechselnden Verhältnissen kommen gewöhnlich Augit und Hypersthen mit seltenen Ausnahmen zusammen vor.

Olivin ist nicht sehr häufig. Am meisten ist er in den basischeren, an die Basalte angrenzenden Laven beobachtet worden.

Apatit ist äusserst selten nachgewiesen worden, und zwar meistens in Gesteinen, welche dacitische Verwandtschaften aufweisen.

Unter den Grenzformen der Andesite ist eine ziemlich gut ausgeprägte und zusammenhängende Reihe von Laven zu erkennen, welche sich durch eine eisenarme Grundmasse und ein eigenthümliches Auftreten des Tridymits auszeichnen. Dieses Mineral übernimmt nämlich die Rolle des Glases in den hyalopilitischen Grundmassen: es ist die allerletzte Erstarrungsmasse des Gesteins. Einige Formen dieser Art zeigen eine vorzügliche maschenförmige Anordnung der kleinen Feldspathsäulehen, welche zusammen mit Tridymit die Grundmasse bilden; in dieser liegen grössere Feldspathe und selten Pyroxen-Einsprenglinge eingebettet.

In enger Verwandtschaft mit diesen stehen einige gut charakterisirte Laven mit ebenfalls eisenarmer und holokrystalliner Grundmasse und reichlich eingesprengtem Pyroxen in abgerundeten Körnern.

Zu dieser Reihe gehören auch einige tridymitreiche, eisenarme Laven.

Diese letztgenannten Magmen treten in Gesellschaft mit gut ausgeprägten Daciten auf und sind zweifellos Uebergangsformen zwischen Daciten und Andesiten.

Diese Gesteine bezeichne ich als dem Sambache-Typus zugehörend.

Unter den basischen Andesiten der neueren Ergüsse kommen eigenartige Gesteine vor, welche den Uebergang zu den Basalten vermitteln. Die Grundmasse derselben ist hyalopilitisch, das branne Glas erscheint unter der höchsten verwendbaren Vergrösserung homogen. Der Feldspath der Grundmasse ist in Form von scharf begrenzten Tafeln und kurzen, dicken Säulchen mit Zwillinglamellen vorhanden. Die Leisten liegen in allen Richtungen, Fluidal-Struktur ist nur stellenweise festzustellen. Der Pyroxen ist in der Grundmasse in Nadelnform stark entwickelt, mitunter aber spärlich vertreten. Magnetiseisenkryställchen sind reichlich da. Der Feldspath der Einsprenglinge ist Bytownit bis Lab.-Byt. Auch Pyroxen ist als Einsprengling vorhanden, selten Olivin.

Diese Gesteine werden hier als dem Tanripamba-Typus zugehörig bezeichnet.

In enger Verwandtschaft sowohl mit den Daciten und mit den Formen der Sambache-Gesteine stehen einige gut auskristallisirte eisenarme Laven vom Sincholagua.

Diese sind an Erz und Pyroxen und an schwarzen Bestandtheilen überhaupt äusserst arm, können sogar als Feldspathgesteine betrachtet werden. Die Grundmasse besteht, bis auf eine äusserst spärliche Zwischenklemmungsmasse von Tridymit, aus Feldspath. Obwohl die Begrenzung nicht genau geradlinig ist, so darf man doch aus der Häufigkeit von viereckigen, nicht lamellirten Formen annehmen, dass hier nach M (010) tafelförmige Mikrolithe von einem etwa nach P, M, y entwickelten Feldspath vorliegen.

Diese Tafeln geben aber oft ziemlich schiefe Anstüchungen, sind daher wahrscheinlich nicht Sanidin. (Tafel VII, Fig. 2.)

2. Basalte.

Wiewohl durch gut ausgeprägte Typen vertreten, ist diese Gruppe hier eine sehr willkürlich begrenzte, da Uebergangsformen zahlreich vorkommen.

Am besten ist dieselbe am Rumiñahui durch Gänge und durch Blöcke und Gerölle, welche wahrscheinlich aus Gängen stammen, vertreten. Hier ist die Grundmasse im Verhältniss zu derjenigen der Andesite sehr grobkörnig und mitunter nahezu holokrystallin. Die Feldspathleisten sind kurz und dick und zeigen deutliche Zwillinglamellen. Wiewohl eine fluidal-Struktur wahrzunehmen ist, besteht doch eine Neigung zu diabasartiger Anordnung. Die Zwickel zwischen den Leisten sind von einem Gemenge dicht gedrängter Pyroxenkörner und Magneteisenkryställchen ausgefüllt. Es bleibt nur eine kleine Menge Glas übrig.

Unter den Einsprenglingen ist ein basischer Plagioklas gut vertreten.

Das Mischungsverhältniss An : Ab ist gewöhnlich im Durchschnitt höher an An als beim Labrador. Augit und Hypersthen sind immer vorhanden. Olivin kommt in manchen Schläffen vor.

Die Grundmasse der Oberflächenströme ist hyaloplitisch. Das Glas ist immer reich an Globuliten, wahrscheinlich von Magneteisen. Auch hier sind die wenig ausgesprochen fluidal angeordneten Feldspathleisten kurz und dick. Pyroxen- und Magneteisenkörner liegen zerstreut im Glase. Sie sind hier in kleinerer Anzahl als in den gangartigen Formen vorhanden. Der Plagioklas ist von demselben Mischungsverhältniss wie in diesem letzteren.

Die grösste Aehnlichkeit mit Basalten zeigen namentlich die Cotopaxi-Laven vom Jahre 1854.

Einzelne Laven vom Cotopaxi enthalten einen kalkreicheren Feldspath als die bis jetzt beschriebenen. In diesen ist nicht selten Anorthit bis Bytownit festgestellt worden. Diese Formen stehen Andesit-Laven nahe, welche einen gleich hohen Kalkgehalt aufweisen. Durch die Laven vom Tauripamba-Typus wird die Ueberbrückung der Lücken zwischen beiden Arten hergestellt.

Ausserordentlich reich an Olivin sind ein Paar Lesestücke vom Sincholagua. Pyroxen als Einsprengling tritt zu Gunsten des Olivins zurück. Diese Laven sind nur durch Gerölle vertreten.

Die wenigen, von Küch¹⁾ beschriebenen Basaltlaven von Cerro Campanero und die von Klautsch²⁾ erwähnte Lava vom Yana-urcu de Calpi sind von bedeutend basischerem Habitus. In diesen ist Feldspath nur in der Grundmasse, nicht mehr als Einsprengling vorhanden.

C. Specielle Gesteinsbeschreibung nach Fundorten.

Hier und in der Folge werden von den Gesamtstücken die wichtigsten und charakteristischsten beschrieben.

Die Feldspathbestimmungen sind in einer besonderen, bereits mitgetheilten Tabelle zusammengefasst. Die Gesteinsbezeichnung ist darin mit den Anfangsbuchstaben der Gesteine gegeben.

Paschoa.

Caldera.

Pyroxen-Andesit.

216. *) Am SW.-Rand im Innern der Caldera befindet sich ein ca. 2 m mächtiger, horizontal zerklüfteter Gang, welcher die Schlackenagglomerate wenig unterhalb des Randes durchbricht. Es ist ein dunkler, dichter Pyroxen-Andesit. Die Grundmasse

¹⁾ W. Reiss u. A. Stübel: Geologische Studien in der Republik Columbia I. 1892. S. 130.

²⁾ W. Reiss u. A. Stübel: Reisen in Süd-Amerika. Das Hochgebirge der Republik Ecuador. I. Die Gesteine der equatorialen West-Cordillere von den Ambato-Bergen bis zum Azañ von Dr. Adolf Klautsch. Berlin 1898. p. 283.

³⁾ Die Nummern sind die der im Min.-petr. Inst. zu Berlin befindlichen Stücke der Reiss'schen Sammlung.

ist wegen starker Entwicklung von Erzglobuliten schwarz und undurchsichtig. — Feldspath-Einsprenglinge sind in mehreren Generationen vorhanden. Die Grösse beträgt bis 4 mm. Der Feldspath ist Byt.-Lab. bis Lab.-And. Unter den Pyroxen-Einsprenglingen ist Hypersthen reichlich vertreten. Apatit in einschlossfreien Säulehen ist vorhanden.

215. Für eine Probe aus dem Schlackenagglomerat, Hauptmasse der Felsen, gilt die obige Beschreibung. — Hier erreicht der Feldspath auch den Kalkgehalt des Byt.-Lab.

217. In der Nähe des Salbandes ist das Gestein des Ganges dunkel und plattenförmig abgesondert. Es zeigt eine hyalopilitische, schwach fluidale Grundmasse. — Die zahlreichen kleinen Serpentin Körner mit Opacitrand stammen wahrscheinlich von Olivin her. — Sonstige Einsprenglinge sind spärlich. Ein grosser Augit, ungefähr nach $\infty P \sim (010)$ getroffen, zeigt eine Auslöschungsschiefe $c:c$ von 42° .

223. Das dunkelfarbige Gipfelgestein vom Mittelgipfel, 4257 m, vom östlichen Caldera-Rand ist ein Pyroxen-Andesit von basaltartigem Charakter und enthält Olivin, jetzt in Serpentin umgewandelt, und etwas Tridymit; der Feldspath ist Byt. bis Lab.

224. Ein blaugrauer, dünnplattiger Pyroxen-Andesit, aus der Caldera stammend, von der Vereinigung der Flüsse Sambache und Parca-yaco, 2905 m, enthält in einer erzeichen, pilotaxitischen Grundmasse mit reichlich Pyroxennadeln Olivin, Pyroxen und Feldspath von dem Mischungsverhältniss Lab.-And. In den Poren sind nicht unbedeutende Mengen Tridymit vorhanden.

225. Ein anderes dunkles, dicht krystallines Geröll von derselben Herkunft und von demselben Fundpunkt besitzt eine klare, farblose, gleichsam holokrystalline Grundmasse mit stark entwickelten, lamellirten, strahlenförmig angeordneten Feldspathleisten. — Die Zwischenklemmungsmasse ist Tridymit, selten Glas, mit Globuliten. Die säulenförmigen Plagioklas-Einsprenglinge sind oft kreuzartig verästelt und erreichen einen Kalkgehalt, welcher dem des Byt.-Lab. entspricht. Viele abgerundete Pyroxen-Körner sind vorhanden. Der Augit enthält stellenweise Magnetkies in Strahlenform. Der Serpentin mit Augitkränzen stammt aus dem Olivin her.

Dieses Handstück ist ein Vertreter des von mir näher gekennzeichneten Sambache-Typus der Pyroxen-Andesite.

227. Ein gleichfalls aus der Caldera stammendes rothes Schlackengeröll von der Vereinigung der Flüsse Sambache und Parca-yaco, 2905 m, ist ein Pyroxen-Andesit mit einer Grundmasse von Feldspathleisten und Pyroxen in einem wegen Erzausscheidung undurchsichtigen Teig. Die Plagioklas-Einsprenglinge sind mit dem Feldspath der Grundmasse durch allmähliche Uebergänge eng verbunden. Sie entsprechen dem Mischungsverhältniss Lab.-And. bis Byt.

Ostseite.

Feldspath-Basalt.

219. An dem äusseren Ostabhang des Mittelgipfels, ca. 4200 m, tritt ein dunkler, pyroxenreicher Feldspath-Basalt-Gang auf, mit einer Grundmasse, welche aus kurzen, stark entwickelten Plagioklasleisten, reichlichen Pyroxenkörnern und einem globulitenreichen Glase besteht. Einige Olivine sind in Carbonat und Serpentin umgewandelt. Der Feldspath ist Byt. bis Lab.-Byt., in kleinen Krystallen Lab.-And. bis And.

Pyroxen-Andesit.

221. Die Agglomerate des Mittelgipfels, 4257 m, am Ostrande der Caldera durchbricht ein dunkler, einsprenglingsarmer, basaltartiger Pyroxen-Andesit-Gang mit einer sehr feinen, an Pyroxenkörnern reichen, pilotaxitischen Grundmasse.

Ein Augit-Einsprengling enthält idiomorphe Feldspathsäulchen eingeschlossen; der Feldspath ist Labrador.

222. Andere Partien des Ganges sind lichter und plattenförmig abgesondert. Die äusserst feine, pilotaxitische Grundmasse besitzt viele winzige Pyroxennadeln. Die spärlichen, mitunter stark zerfressenen Plagioklas-Einsprenglinge enthalten reichlich Grundmasse als Einschluss. Ein nach $\infty P \infty (010)$ getroffener Augit ergibt den Winkel $c:c = 42^\circ$.

Rumtâhni.

Caldera.

Feldspath-Basalt.

272. Ein dichter, dunkelgrauer Basalt bildet einen Gang in dem Schlackenagglomerat von Llano de Tiliche, Inneres der Caldera. In der ziemlich grobkörnigen Grundmasse klemmen sich Pyroxen- und Magnetiseinkörnchen haufenweise zwischen die stark entwickelten, lamellirten Feldspatheleisten. Die grosse Menge Serpentin ist meistens aus Olivin entstanden. Pyroxen als Einsprengling tritt zurück, der Feldspath erreicht den Anorthitgehalt Lab.-Byt.

Pyroxen-Andesit.

232. Das dunkelfarbige Geröll aus dem Rio Oton in der Caldera, ca. 2800 m, fällt wegen der Menge der 1--2 mm langen Felspathsäulchen auf. Die Grundmasse besteht aus globulitenreichem Glas mit kurzen, dicken, oft lamellierten Feldspathleisten und ebenfalls gut entwickelten Angitsäulchen und -körnern. Der Feldspath der Einsprenglinge erreicht einen dem Byt.-Lab. entsprechenden Anorthitgehalt. Das Gestein erinnert an die Laven des Tauripamba-Typus.

270. Das andere vom Rio Grande, 2688 m, stammende Geröll ist ein einsprenglingsarmer Pyroxen-Andesit mit glatten bis muscheligen Bruch und Fettglanz.

Die meist doppelbrechende feine Grundmasse ist reich an Pyroxennadeln und Magnet Eisen, sowie an etwas fluidal angeordneten Feldspathleisten.

271. Mächtige Felsen am Westrande der nördlichen Caldera-Umwallung bei Gallo-Cantana, 3849 m, bildet ein einsprenglingsarmer, blaugrauer, basaltartiger Andesit mit schichtenförmiger Struktur. Die Grundmasse ist durchaus doppelbrechend. Die Pyroxen- und Magnet Eisenkörnern vereinigen sich zu Nestern zwischen den fluidalen Feldspathleisten. Ein wenig Trilymit ist beobachtet.

Die schichtenförmige Struktur wird durch pyroxenarme Schichten bedingt.

Der Feldspath erreicht in kleinen Säulchen den Anorthitgehalt von Lab.

275. Ein schwarzes Pyroxen-Andesit-Geröll vom Llano de Tiliche zeigt eine schwarze, undurchsichtige Grundmasse, in welcher die gut ausgebildeten Feldspathleisten ohne Spur von fluidaler Anordnung zerstreut liegen; sowohl Pyroxenkörner der Grundmasse, wie die bis 4 mm grossen Pyroxen-Einsprenglinge sind in Serpentin und Carbonate umgewandelt. Der Feldspath erreicht einen Kalkgehalt, welcher dem Lab.-Byt. entspricht.

277. Ein dunkelgranes Pyroxen-Andesit-Geröll vom Llano de Tiliche zeichnet sich durch die seltenen, bis 7 mm grossen Feldspath-Einsprenglinge aus.

Die Grundmasse zeigt viele Pyroxennadeln und Magnet Eisenkörnern unter schwach fluidalen Feldspathleisten in einem braunen Glas eingebettet.

Der Feldspath ist Lab.-And.

286. Ein zersetzter dunkelgrauer Pyroxen-Andesit-Block vom Grund der Caldera, 3950 m, zeigt eine schwach fluidal angeordnete hyalopilitische Grundmasse mit gut entwickelten Pyroxennadeln und Feldspathleisten in globulitenreichem Glase. Einsprenglinge sind selten. Der Hypersthen ist frisch und herrscht gegen Augit vor. Kleine rundliche Massen von chloritartigen Zersetzungsprodukten sind sehr reichlich, wahrscheinlich sind diese aus Olivin entstanden.

287. Ein gleichfalls aus dem Grund der Caldera, 3950 m, stammender Pyroxen-Andesit-Block zeigt reichlich 3 bis 5 mm lange, ungefähr parallel liegende Feldspathsäulchen. In der hyalopilitischen Grundmasse treten gern Pyroxennadeln und Magnetiseinkörnchen zu Haufen zusammen. Die Feldspath-Einsprenglinge von der Zusammensetzung Lab.-Byt. bis Lab. sind stark abgerundet und enthalten viel Grundmasse als Einschluss. Pyroxen ist im Allgemeinen selten. Der vorhandene ist meistens Hypersthen.

289. Ein dunkelgrauer Pyroxen-Andesit-Block vom Grund der Caldera, 3950 m, enthält Plagioklas von der Mischungsreihe Byt. bis Lab.-Byt. in einer pilotaxitischen, erzflecken Grundmasse und eisenhaltige Reste eines nicht näher bestimmbar, eisenreichen Minerals, ebenso viele schlierenartig ausgezogene Bruchstücke zertrümmerter Plagioklas-Einsprenglinge. Erz- und Chlorit-Einschlüsse in Feldspath erscheinen in Formen, welche an Olivin erinnern.

Biotit-Dacit.

279. Ein zersetzter, grauer Biotit-Dacit-Block vom Grunde der Caldera, 3950 m, ist reich an bis 4 mm grossen, kaolinisirten Feldspath-Einsprenglingen. Die Grundmasse enthält unter den Feldspathleisten zahlreiche einfache mit orientirter Auslöschung; sodann sind einige Quarzkörnchen, einzeln und in Nestern, erkennbar. Globuliten deuten hier und da auf eine Glasbasis hin. Die Biotit-Einsprenglinge, bloss an der Form der Spaltrisse erkennbar, sind gänzlich in Chlorit und Magnetisein umgewandelt. Kalkspath und Kaolin befinden sich unter den Zersetzungsprodukten des Feldspathes. Der Kalkspath ist wohl auch aus Pyroxen entstanden. Die Feldspath-Einsprenglinge, welche stellenweise Muscovit enthalten, sind auch in diesem Fall zum Theil Plagioklas. Der Schlfiff enthält Erz in beträchtlicher Menge. Der Feldspath ist Lab. bis And.-Ol.

282. Ein zersetzter grauer Biotit-Dacit-Block mit vielen, 3 mm grossen Feldspath-Einsprenglingen und einer Grundmasse wie die oben beschriebene wurde im Grund der Caldera, 3950 m, gesammelt. Dieses Gestein enthält viel Quarz; Chlorit und Carbonate erscheinen in Formen, welche an Olivin,¹⁾ selten an Biotit erinnern. Der Feldspath erreicht den Anorthitgehalt des Byt. Hämatit in spiegelnden Platten ist mit der Lupe sichtbar. Apatit kommt in der Grundmasse in schlanken Nadeln, Zirkon in winzigen, scharf zugespitzten Säulchen vor.

¹⁾ Ueber einen olivinführenden Dacit berichtet Bolowsky in „Gesteine der ecuatorianischen Westcordillera von Tulcan bis zu den Escaleras-Bergen“, p. 24, Berlin 1892. In: Reiss u. Stübel, Reisen in Südamerika, Das Hochgebirge der Republik Ecuador, I.

285. Die Grundmasse eines ähnlichen zersetzten, grauen Dacitblocks vom Grund der Caldera, 3950 m, besteht meistens aus unbestimmt begrenzten Feldspaththeilchen und enthält eine Menge von Erz- und Quarzkörnern und Quarz in Nestern. Viel Calcit, Chlorit und Erz zeigen sich in Formen, welche an Olivin erinnern. Die Drusen im Handstück enthalten mikroskopische Quarz-Änlichen mit terminalen Pyramiden.

Die Bausch-Analyse ergibt:

Si O ₂	55,34
Al ₂ O ₃	16,25
Fe ₂ O ₃	5,59
Fe O	2,83
Mg O	5,51
Ca O	3,93
Na ₂ O	4,81
K ₂ O	1,51
H ₂ O	3,06
P ₂ O ₅	0,36
CO ₂	1,51
	<hr/>
	100,70

Spec. Gew. 2,674

Der SiO₂-Gehalt der Analyse ist für Dacit sehr niedrig; der betreffende MgO-Gehalt ist für Olivin in Anspruch zu nehmen, der seinerseits auch im Sinne der Basicität und specifischen Schwere wirkt. Der Feldspath ist Lab.-Byt.

Nordseite.

Pyroxen-Andesit.

294. In Capa-pamba findet sich in dem Schlackenagglomerat von dem höchsten Theil der Gipfelfelsen an der Nordseite des Berges ein wenig mächtiger Pyroxen-Andesit-Lavastrom. Der Feldspath ist Byt.-Lab. in einer basaltartigen Grundmasse, in welcher neben Feldspath kleine Augitkörnchen reichlich vorkommen. Olivin fehlt, dagegen ist Tridymit in kleiner Menge vorhanden.

Feldspath-Basalt.

295. Ein anderer dünner, dunkelgrauer Lavastrom, gleichfalls in dem Schlackenagglomerat von Capa-pamba ist Basalt. Es zeigt der Pyroxen eine starke Erz-ausscheidung. Der Feldspath ist Lab.-Byt. bis Lab.-And.

296. Ein ähnliches, aschgraues Basalthandstück von demselben Fundort zeigt Olivin und Pseudomorphosen von Serpentin und Carbonaten nach Olivin. Der Feldspath erreicht den Anorthitgehalt von Lab.

299. Ein mächtiger Lavaström auf dem Rücken zwischen Capa-pamba und Sacha-cuchu, Nordseite des Berges, mit typisch basaltischer Grundmasse und mässigem Pyroxengehalt erweist sich als sehr reich an Tridymit in gut ausgebildeten Schuppennestern. Der Pyroxen ist vorwiegend Hypersthen. Olivin fehlt. Das dunkelgrüne, feinkörnige Handstück ist stellenweise porös. Der Feldspath ist Labrador.

1385. Ein einsprenglingsarmer, gangartiger Basalt von dem Gipfel zwischen Capa-cuchu und Pananga Hondon, ca. 4300 m, Nordostseite des Berges, mit Feldspath Lab.-Byt. bis Lab. enthält einen kleinen, pyroxenarmen Einschluss. Dieser zeigt einen lamellirten Plagioklas in einer Grundmasse, welche meistens aus kurzen, scharf begrenzten, nicht lamellirten Feldspathsäulchen besteht; zu der Grundmasse kommen Pyroxenkörnchen und ein wenig glühulitenreiches Glas.

Das dichte, blaugraue Handstück zeigt Neigung zur plattenförmigen Absonderung. Der Einschluss scheint kiesel-säurereicher zu sein.

1386. Ein blaugrauer, dichter Feldspath-Basalt mit Olivin von der Südmwallung des Panango Hondon, 4124 m, Ostseite des Rumiñahui, enthält reichlich kleine, frische Olivine in einer typisch basaltischen Grundmasse mit entschiedener Flinidalstruktur. Der Feldspath erreicht den Anorthitgehalt von Byt.-Lab.

Die Bausch-Analyse ergibt:

SiO_2	52.92
Al_2O_3	16.66
Fe_2O_3	4.76
FeO	4.89
MgO	7.96
CaO	5.71
Na_2O	5.12
K_2O	0.89
H_2O	0.80
P_2O_5	0.78
	<hr/>
	100.49
Spec. Gew.	2.858

Sineholagua.

Nordseite und Caldera Yahuil.

Pyroxen-Andesit.

1313. Ein purpurgrauer Pyroxen-Andesit von der Ostwand der Caldera Yahuil, 4300 m, zeigt eine dunkle, schwach doppelbrechende, durch Globuliten getrübe Grundmasse mit viel Tridymit, welcher gern an den zerfressenen Plagioklasen anhaftet oder sich in den klaren Schlieren ansbreitet. Der Feldspath ist Lab.-Byt. bis Lab.

Pyroxen mit durch Erzausscheidung bedingtem braunen Rande kommt in mässiger Menge vor.

1316. Eine grössere Anzahl Pyroxen-Andesit-Gerölle finden sich in der Caldera Yahuil an der östlichen Quebrada, 4300 m, und stammen von den Gipfelfelsen des Sineholagua. Das Gestein ist dicht und dunkel und zeigt eine nahezu holokrystalline Grundmasse. Dieselbe besteht aus unregelmässig begrenzten Feldspaththeilchen und enthält viel grüne Zersetzungsprodukte, wahrscheinlich aus Pyroxen entstanden. Der Feldspath der Einsprenglinge ist Byt.-Lab. bis Lab.-Byt., selten And. Hypersthen ist theilweise in Serpentin umgewandelt.

1317. Eine andere dichte, dunkle Varietät zeigt eine sehr klare, eisenerzarme Grundmasse, welche meistens aus unregelmässig begrenztem Feldspath besteht; Pyroxen zeigt als Einsprengling und in der Grundmasse starke Abrundung. Kalkspath ist sekundär gebildet. Der Feldspath erreicht den Anorthitgehalt von Byt.-Lab.

1321. Ein dunkler Pyroxen-Andesit mit Wachsglanz und muschelartigem Bruch zeigt eine Grundmasse von hellem, braunem Glase mit klaren Schlieren. Plagioklas in zwei Generationen ist Lab.-And. bis And.-Olig. Pyroxen wird besonders durch kleine Hypersthensäulehen vertreten. Der Schliff zeigt eine mässige Menge Magnetkies.

1324. Noch ausgesprochener vitrophyrisch ist ein rosagrauer Pyroxen-Andesit-Block von denselben Gipfelfelsen. Im Dünnschliff ist dieser dem letztbeschriebenen Gestein sehr ähnlich, enthält aber in den hellen Schlieren, welche makroskopisch sichtbar sind, viel Tridymit, welcher sich mit Fetzen eines hellbraunen pleochroitischen Glimmers verbindet (Taf. VII, Fig. 3).

Der Feldspath ist meistens And.-Ol., geht aber bis zum Lab. hinauf. Der Schliff enthält den in Taf. IV, Fig. 3 abgebildeten Feldspath mit kreisrundem Kern.

1328. In diesen vitrophyrischen Laven finden sich faustgrosse, gut auskristallisirte, hellgraue Einschlüsse. Die krystalline, erz- und pyroxenarme Grundmasse der Einschlüsse besteht aus schlecht begrenzten, lamellenfreien Feldspathkryställchen, welche mitunter durch kleine glasführende Risse oder tridymitführende Einbuchtungen von einander getrennt sind. Der wenig hervortretende dunkle Bestandtheil wird durch Pyroxen, namentlich durch den hier stark pleochroitischen Hypersthen, durch Glimmerfetzchen oder selten durch stark absorbirenden Biotit gebildet. Einige Vorkommnisse können als fast reine Feldspathgesteine betrachtet werden (Taf. IV, Fig. 4 u. Taf. VII, Fig. 2). Feldspath ist meistens And.-Ol. und geht bis Lab.-And.

1336. Ein dunkelgrauer Pyroxen-Andesit am Absturz der Gipfelfelsen, oberhalb Ventanillas, ca. 4500 m, Caldera Yahniit, lässt in einer deutlich doppelbrechenden, stark fluidalen Grundmasse Feldspathleisten von verschiedener Grösse und Erzkörnchen erkennen. Pyroxen ist meistens als Einsprengling gut vertreten. Tridymit, mit braunen Glimmerfetzchen vergesellschaftet, ist nicht selten. Der wenig lamellierte Feldspath ist Labrador, And.-Lab. in äusseren Zonen.

1339. Eine mächtige, dunkelgraue Lava mit Neigung zur Plattenform von der Westwand der Caldera Yahniit, ca. 4000 m, besitzt eine doppelbrechende Grundmasse mit vielen Feldspathleisten von undentlicher Begrenzung, wenig Pyroxennadeln, dagegen viel Tridymit, welcher auch in grösseren Schuppennestern vertreten ist.

Der reichlich lamellierte Feldspath der Einsprenglinge ist Lab.-Byt. bis And.; 1 mm grosse Resorptionshaufen von Hornblende oder Biotit sind vorhanden.

1354. Ein blaugrauer, einsprenglingsreicher, olivinführender Pyroxen-Andesit von dem Nordfelsgipfel der Loma Fala, 4300 m, zeigt eine schwach fluidale Grundmasse mit stark entwickelten Plagioklasleisten, Pyroxenkörnchen und Säulchen in einem globulitenreichen Glase. Der Feldspath ist Byt.-Lab., kleine Tafeln sind Lab. bis Lab.-And. Pyroxen als Einsprengling ist reichlich vertreten. Olivin ist frisch und accessorisch. Der basaltische Habitus ist auffallend.

1356. Dunkler Bimsstein von Loma Fala, 4300 m, enthält viel braunes Glas, seltener scharf auskristallisirten Feldspath; der letztere ist Lab.-Byt. Auch frischer Olivin ist vorhanden; monokliner Pyroxen mit zonarer Struktur, mitunter mit verschiedenem Pleochroismus, kommt als Einsprengling vor. Als Einschlüsse in Pyroxen sind Glas und idiomorpher Feldspath zu erwähnen.

Hornblende-Pyroxen-Andesit.

1346. Der an der Einsattelung zwischen Loma Fala und dem Gipfelfels, 4415 m, anstehende Hornblende-Pyroxen-Andesit ist von dunkel-blaugrauer Farbe und zeigt ebenfalls Neigung zur plattenförmigen Absonderung; er ist reich an resorbierten Hornblende-Einsprenglingen, ärmer an Pyroxen- und Erzvorkommnissen. Der Feldspath ist meistens Lab.; einmal wurde Apatit gefunden. Ein Feldspath enthält ein Apatitsäulchen, dessen Querschliff nach dem Prisma angeordnete Einschlüsse feststellen lässt.

1350. Ein dunkles, einsprenglingsreiches Gestein, wahrscheinlich ein Auswürfling auf der Loma Fala, 4300 m, zeigt eine Grundmasse von hellbraunem Glas. Gegen die grosse Anzahl der Feldspath-Einsprenglinge tritt Pyroxen bedeutend zurück. Eine kleine Menge Hornblende ist vorhanden. In einem Haufwerk von Augitkörnern ist der strahlenförmige Magnetit beinahe bis zur vollständigen Verdrängung des Augits entwickelt. Der Feldspath ist Lab.-And.

Biotit-Pyroxen-Andesit.

1348. Von besonderem Interesse ist eine hellgraue, pyroxenarme Lava von dem oberen Theil der Loma Fala, 4385 m, welche genau die klare eisenarme Grundmasse des Aláques-Gesteins zeigt, aber wenig Biotit enthält. Auch hier ist der Feldspath And.-Ol. Dieser Lavastrom bedeckt den unter Nr. 1346 beschriebenen Hornblende-Pyroxen-Andesit.

Dacit.

1329. Ein an der Rückwand Yahuil, 4300 m, gefundener Block von dem Gipfelfels zeigt eine holokrystalline, aus unbestimmt begrenztem Feldspath und Quarzkörnchen bestehende Grundmasse und enthält kleine Feldspath-Einsprenglinge von dem Mischungsverhältniss And.-Ol. Winzige Nadelchen eines monoklinen Pyroxens häufen sich zu einem Filzwerk, welches schmale Risse ausfüllt. Titanit ist ziemlich häufig und gesellt sich in den Adern oft zum Pyroxen, gelegentlich auch zum Quarz.

1332. Ein hellgrauer, pyroxenarmer oder -freier, von der Westumwallung der Caldera Yahuil, 4300 m, herabgestürzter Dacitblock besteht hauptsächlich aus Glas mit viel Tridymit. Die kleinen Feldspath-Einsprenglinge erweisen sich als And.-Lab.

und zeigen nur einmalige Zwillingsbildung. Ein wenig Muscovit, wohl secundär, ist vorhanden. Pyroxen fehlt. Durch Erz gefärbte Schlieren deuten wahrscheinlich auf Zersetzung von eisenhaltigen Mineralien hin.

Nordanslänfer des Sincholagna.

Pyroxen-Andesit.

1358. Eine einsprenglingsarme, braungraue Lava mit seltenen schlauchartigen Blasen an der linken Seite des Rio Isco beim Haus Isco hat eine schwach fluidale, pyroxenreiche Grundmasse und äusserst wenig Glas. Der Feldspath ist Labrador-Bytownit. Der Schliff enthält ein wenig Tridymit.

1359. Beim Aufstieg von El Isco zum Sincholagna bei Yeguariza de Pullurima, ca. 3300 m, ist eine graue Pyroxen-Andesit-Lava gefunden worden. Die Grundmasse ist pilotaxitisch. Der Feldspath ist Lab.-Byt. bis Lab.-And.

Im Dünnschliff zeigt sich ein bedeutendes Handwerk von Pyroxen, Plagioklas und Magneteisen; auch kleine Mengen von Muscovit, Tridymit und Apatit finden sich.

1365. Ein dunkler, dichter, basaltartiger Pyroxen-Andesit steht an der Puerta de Guamaní, 3549 m, angrenzend an das Antisana-Fussgebirge, an. Die Grundmasse besteht aus globulitenreichem Glas mit gut entwickelten Feldspathleisten und Pyroxenkörnchen. Die reichlichen Carbonate bilden sich nicht selten zu schönen Spärolithen aus. Sie sind wohl aus Olivin entstanden, welcher stellenweise auch noch frisch erhalten ist. Der Feldspath erreicht den Kalkgehalt des Lab.-Byt.

1366. Am Gipfel Santo Domingo, südlich von Puerta de Guamaní, ist eine grünlich-graue Pyroxen-Andesit-Lava gefunden worden. In der pilotaxitischen Grundmasse befinden sich kleine Fetzen eines pleochroitischen Glimmers; die meisten Feldspathmikrolithen löschen orientirt aus. Die kleineren Feldspath-Einsprenglinge sind von der Zusammensetzung And.-Lab. bis And.-Ol. Grössere bis 3 mm sind in spärlicher Menge vorhanden. Der Pyroxen ist vorwiegend Hypersthen. Accessorisch sind Magneteisen und Apatit.

1368. Ein dunkler, rauher, sehr basischer Pyroxen-Andesit (Tanripamba-Typus) an dem Gipfel des Taladro, nahe Puerta de Guamaní, mit hyalopilitischer Grundmasse ist sehr reich an Magneteisen und Pyroxennadeln, welche mit den oft skelettartig entwickelten Feldspathleisten in einem braunen Glase liegen. Magneteisenreichere Schlieren sind vorhanden. Der Feldspath ist Byt.-Lab. und enthält viele Grundmassen-Einschlüsse.

Ein grosser Hypersthen schliesst idiomorphe Feldspathsäulen ein. Kleine Olivine sind in Opal und Serpentin umgewandelt.

1364. Ein dunkler, dichter Pyroxen-Andesit mit reichlich, parallel liegenden, bis 3 mm langen Feldspathleisten stammt von Ceballos-chupa am Paso de Barbon-pata, 3674 m, auf der linken Seite des R o Isco. Die äusserst feine, fluidale, pilotaxitische Grundmasse enthält viele winzige Magneteisen- und Pyroxenkörnchen. Der Feldspath ist Bytownit bis Labrador. Pyroxen ist als Einsprengling mässig vertreten. Ein grosser Resorptionshaufen, wohl von Hornblende herrührend, ist im Schli  vorhanden. Tridymit in Schuppenhaufen erscheint in Schlieren und an Pyroxen oder Feldspath haftend.

Die Bansch-Analyse ergibt:

Si O ₂	58,82
Ti O ₂	0,36
Al ₂ O ₃	16,35
Fe ₂ O ₃	5,50
Fe O	2,36
Mg O	4,37
Ca O	4,06
Na ₂ O	5,31
K ₂ O	2,02
H ₂ O	1,05
F ₂ O ₅	0,25
	, 100,45
Spec. Gew.	2,736

Westseite.

Feldspath-Basalt.

1371. Blaugraue Basaltger lle finden sich an der Westseite des Berges in der Quebrada Quijuar, ca. 3400 m, und stammen wahrscheinlich vom Derumbo Chiquito. Sie enthalten viele ansgezogene Blasenräume. Die Feldspathleisten der Grundmasse zeigen Neigung zur Skelettbildung und liegen mit den reichlichen Pyroxenkörnern in einem globulitenreichen Glas. Olivin in frischem Zustand ist gut vertreten; kleine Pyroxene kommen in reichlicher Menge vor. Der Feldspath ist Byt. bis Lab.-And.

1372. Ein blaugraues, ebenfalls olivinreiches Basaltger ll von demselben Fundort und von ungefähr derselben Beschaffenheit, wie das eben beschriebene, enthält eine nicht unbeträchtliche Menge von Tridymit.

Ostseite.

Hornblende-Pyroxen-Andesit.

1343. In einer gangartigen Felsmasse von Hornblende-Pyroxen-Andesit an der Ostseite der Gipfelfelsen, Puca-allpa, ca. 4300 m, mit pilotaxitischer Grundmasse behält die Hornblende noch die grüne Farbe. Der Feldspath ist Byt.-Lab. bis Lab.-Byt.

*Biotit-Hornblende-Pyroxen-Andesit.*¹⁾

1341. Eine purpurgraue, sehr mächtige Lava vom Gipfel des Cerro Chn-quira, 4589 m, enthält in einer pilotaxitischen Grundmasse braunen Biotit und braune Hornblende. Die beiden Mineralien zeigen starke Erzausscheidung, besonders am Rande. Pyroxen ist nicht selten. Der Feldspath ist Lab.-Byt. bis Lab.-And. Magneteisen ist ziemlich reichlich.²⁾ Apatit ist vorhanden.

Valle Vieioso.

Pyroxen-Andesit.

1388. Eine eisengraue, pyroxenreiche, basaltähnliche Andesitlava mit vielen Blasen vom Abhang der Loma de Salazar im Tambo-yaco-Thale zeigt eine hyalopilitische Grundmasse mit reichlich Globuliten. Der Feldspath ist Lab.-Byt. bis Byt.-Lab. Der Pyroxen ist vorwiegend Hypersthen. Zonare Struktur kommt in demselben vor.

1390. Eine dunkelgraue, gleichsam schiefrige, einsprenglingsarme Lava vom Gipfel des Cerro Hatun-cocha, 4200 m, mit schwach doppelbrechender Grundmasse und zahllosen feinen, verschwommenen Feldspathleisten enthält nur wenig Pyroxen, Apatit auf Magneteisen sitzend und winzige Fetzen von Glimmer.

¹⁾ Eine Probe des von Whymper gesammelten, am Sinchulagua-Gipfel anstehenden Gesteins wurde von Bonney, Proc. R. S. 1864, p. 329 beschrieben. Sie ist nach ihm ein dunkles Gestein mit ziemlich rohem Bruch und enthält zahlreiche kleine, weissliche, bis 0.1 Zoll lange Feldspathkrystalle. Die Grundmasse ist ein dichter Filz von winzigen, schlanken Krystalliten, wahrscheinlich von Feldspath mit Flecken von Apatit; vielleicht ist noch ein wenig Glas vorhanden. Die grösseren Feldspath-Einsprenglinge sind ungefähr von der Zusammensetzung des Labrador. Das Gestein ist ein Angit-Andesit und führt wahrscheinlich Hypersthen.

²⁾ Das in Taf. VI, Fig. 5 aufgenommene Hautwerk gehört hierher.

1391. Pyroxenreich ist ein schwarzer Andesitblock aus dem Schlackenagglomerat, Cerro Hatun-cocha, ca. 4000 m, mit reichlich 3 mm langen Feldspathsäulchen und einer pilotaxitischen, erzeichen Grundmasse. Der Feldspath ist Byt.-Lab. bis Lab.-Byt.

Ein grosses Haufwerk (2 mm) besteht aus innig zusammengewachsenem Augit-Hypersthen und Magnet Eisen mit Apatit in Pyroxen eingeschlossen und in Magnet Eisen eindringend, ferner aus bedeutenden Mengen eines brannen Glases, welches grosse Mikrolithen enthält. Das Magnet Eisen sieht einerseits wegen Einschlüssen von Augitkörnern wie durchkuchert aus, andererseits werden einzelne Magnet Eisenkryställchen von Augit eingeschlossen.

1397. Die Lava von dem García-Puñana-Abhange des Predicador gegen Carrera nueva ist ein graner Andesit mit klarer, erzärmer Grundmasse, in welcher Tridymit gleichmässig als Zwischenklemmungsmasse unter den scharf begrenzten Feldspathleisten die Rolle eines Gesteinsglases übernimmt (Sambache-Typus). Pyroxensäulchen und ein wenig Magnet Eisen nehmen Theil an der Zusammensetzung der Grundmasse. Biotit ist durch winzige sechseckige Schuppen und vielleicht durch grössere Resorptionshaufen vertreten. Der Feldspath erreicht einen dem Dyt.-Lab. entsprechenden Anorthitgehalt.

Hornblende-Pyroxen-Andesit.

1389. Ein pyroxenreicher, graner Hornblende-Andesit mit langgezogenen Blasenräumen, wohl vom Gipfel der Plaza de Armas, 3892 m, beim Hans Valle-vicioso zeigt eine fein pilotaxitische Grundmasse. Die bedeutenden Resorptionshaufen enthalten noch einen Kern von brauner Hornblende. Der Feldspath ist Lab.-Byt. bis And. Tridymit ist vorhanden.

Hornblende-Andesit.

1398. Ein Hornblende-Andesit-Geröll ohne bedeutende Pyroxen-Einsprenglinge mit stark entwickelten, perlitischen Kugeln vom Felsen der Carrera Nueva, 3600 m, stammt wohl vom Predicador. Pyroxennadeln fallen in der klaren, hyalopilitischen Grundmasse auf. Feldspath ist Byt. und zeigt sehr scharfe Krystallbegrenzung. Die Hornblende zeigt starke Resorptionshöfe. Hypersthen ist nur in kleinen Säulchen vorhanden. Apatit ist mit Magnet Eisen vergesellschaftet.

Quilindaña.

Nordwestseite.

Pyroxen-Andesit.

1403. Eine mächtige, einsprenglingsreiche Pyroxen-Andesit-Lava von dunkler Farbe mit röthlichen Schlieren, an der Chorrera del Rio Ami gefunden, stammt wohl von dem Nordwestfuss des Quilindaña. Die hyalopilitische Grundmasse ist reich an Pyroxennadeln. Der Feldspath ist Lab. bis And.

1406. Eine graue Pyroxen-Andesit-Lava vom Nordost-Ende der Loma de San Agustin, 4300 m, mit Feldspath von der Mischungsreihe Byt. bis And.-Ol. und einer beträchtlichen Menge Pyroxen ist sehr reich an Tridymit.

Hornblende-Pyroxen-Andesit.

1404. Ein lavendelgrauer Hornblende-Pyroxen-Andesit von der Loma de San Agustin am oberen Ende der Quebrada Punta Loma, ca. 4200 m, mit hyalopilitischer Grundmasse enthält bräunliche Hornblende mit einem durch Erzausscheidung bedingten schwarzen Rand. Dieses Mineral steht an Menge dem Pyroxen nach. Der Feldspath ist meistens And.-Ol., erreicht aber den Anorthitgehalt des Labrador. — Der Schliif enthält ausserdem Olivin und Tridymit.

Nordseite.

Pyroxen-Andesit.

1410. Ein an Magnet Eisen und Pyroxen reicher, dunkler Pyroxen-Andesit von der Rückwand der Toruno-Caldera, 4400 m, von dem Gipfelfelsen stammend, zeigt deutliche plattenförmige Absonderung. Die pilotaxitische Grundmasse enthält Olivin, selten mit frischem Kern, meistens aber in Kalkspath, Serpentin und Opal umgewandelt. Der Feldspath ist Byt. bis Byt.-Lab. Mikrolithen erreichen einen Anorthitgehalt bis Lab.-And.

1430. Eine mächtige, plattenförmige, eisengraue Pyroxen-Andesit-Lava zwischen Ami-hnaico und Tornno enthält in einer hyalopilitischen Grundmasse Feldspath von der Zusammensetzung Lab. bis And.-Ol. Pyroxen ist reichlich vertreten. Ein Augit,

nach dem seitlichen Pinakoid getroffen, ergibt eine Anschließungsschiefe $c:c$ von 44° . Hypersthen-Einsprenglinge enthalten blättrige Interpositionen (Taf. V, Fig. 4).

Hornblende-Pyroxen-Andesit.

1408. Ein schwarzer, einsprenglingsreicher Hornblende-Pyroxen-Andesit-Block von der Rückwand der Toruno-Caldera, 4400 m, wohl von den Gipfelgesteinen stammend, enthält in einer hyalopilitischen Grundmasse beträchtliche Mengen von grüner Hornblende. Die Krystalle zeigen einen schwarzen Rand, behalten aber in manchen Fällen die ursprüngliche kristallographische Begrenzung bei. Der Schliff enthält Feldspath von der Mischungsreihe Lab.-Byt. bis Ol.-And., etwas Pyroxen, frischen Olivin, eine kleine Menge Biotit, Apatit und Magnetisen.

Bemerkenswerth ist ein Einschluss ohne Rand, welcher ohne Weiteres scharf in das Hauptgestein übergeht und reicher an Hornblende als dieses ist. Lange Säulchen und andere Durchschnitte von Hornblende, daneben Plagioklas in ungefähr gleichen Mengen ordnen sich zu einem netzartigen Gefüge in einer Basis von brennem Glas an.

Die Bausch-Analyse ergibt:

SiO ₂	62,98
TiO ₂	0,68
Al ₂ O ₃	15,50
Fe ₂ O ₃	2,88
FeO	2,85
MgO	3,17
CaO	2,95
Na ₂ O	5,90
K ₂ O	2,77
H ₂ O	0,70
P ₂ O ₅	0,25
	100,63
Spec. Gew.	2,582

1413. Ein lavendelgrauer Hornblende-Pyroxen-Andesit-Block von der Rückwand der Toruno-Caldera, 4400 m, mit pilotaxitischer Grundmasse enthält Feldspath von der Mischungsreihe Lab.-And. und viele kleine Pyroxene; die kleinen braunen Hornblendekrystalle sind am Rande stark resorbiert; der Schliff enthält Tridymit in Stengel-form mit eisenhaltigen Resorptionsresten.

1419. Ein ähnlicher Block vom Gipfelfels fand sich im Gletscherschutt, ca. 4400 m, an der Rückwand der Torno-Caldera.

Die braune Hornblende ist nur in spärlicher Menge vorhanden und zeigt Resorption am Rande; Pyroxen ist ziemlich reichlich. Auffallend ist der häufige Einschluss von Grundmasse in einer Randzone der Feldspath-Einsprenglinge. Der Feldspath ist Lab.-Byt. bis And.-Ol. Tridymit in Haufen von Schuppen ist häufig; auch als letzter Erstarrungsteig der Grundmasse zeigt er sich. Apatit kommt in Magneteisen vor.

In diesem Schliff befindet sich ein bemerkenswerther Einschluss, bestehend aus einem Netzwerk von Plagioklasleisten und einige Augit- und Magneteisenkörner. Diese liegen in einer Zwischenklemmungsmasse von gut entwickeltem, schuppenförmigen Tridymit. Ein Einsprengling von Hypersthen zeigt eine stark pleochroitische Zone (Sambache-Typus), (Taf. IV, Fig. 2).

1421. Der dunkle Hornblende-Pyroxen-Andesit aus dem Schlackenagglomerat an den Gipfelfelsen der Caldera Torno, ca. 4400 m, besitzt eine dunkle, hyalopilitische Grundmasse. Die kleinen, grünen Hornblenden sind ganz unzersetzt. Das Gestein enthält auch Biotit mit starker Absorption.

Der Feldspath ist meistens And.-Ol., erreicht aber den Kalkgehalt von Labrador und enthält mitunter in einer scharf begrenzten Randzone Einschlüsse.

Hornblende kommt als Mantel des Hypersthens vor, wobei die *c*-Achsen beider Mineralien parallel sind.

Tridymit ist äusserst spärlich; Opal kommt als Umwandlungsprodukt von Feldspath vor.

Ein Einschluss zeigt eine Grundmasse von gut entwickelten Feldspathkryställchen mit spärlichen Augitkörnern und wenig braunem Glas.

Biotit-Pyroxen-Andesit.

1425. Ein zarter, hell-gelblich gefärbter Bimsstein von Caldera Torno enthält in einem klaren Glas einige stark pleochroitische Hypersthensäulchen und nur wenig Biotit und Hornblende. Der Feldspath (Lab.-And.) zeigt scharfe Begrenzung und ist frei von Grundmassen-Einschlüssen. Apatit tritt in Gesellschaft von Feldspath und Magneteisen auf. Dieses Gestein steht dem Aláques-Typus sehr nahe.

Nordostseite.

Biotit-Hornblende-Pyroxen-Andesit.

1431. Ein rauher, dunkelgrauer Biotit-Hornblende-Pyroxen-Andesit auf dem Kamm zwischen Amí-hualco (4172 m) und Buenavista zeigt die eigenthümliche, klare, hyalopilitische Grundmasse des Aláques-Typus, mit schlierenartig-dunklen, globulitenreichen Feldern abwechselnd. Der Feldspath ist Lab.-Byt. bis And.-Ol.; die niedrigen Auslösungsschiefen sind die vorherrschenden. In einem grossen Haufwerk von Biotit, Hornblende und Augit befindet sich eine Masse von gekörneltem Augit und Magneteisen, welche genau den aus Biotit entstandenen Resorptionshaufen gleicht. Das ganze Haufwerk stellt wahrscheinlich einen unvollendeten Resorptionsvorgang dar. In demselben Haufwerk zeigt ein nach $\infty P \infty (100)$ verzwillingter Augit sehr feine Spaltbarkeit nach dem seitlichen Pinakoid. Zonarer Bau tritt an demselben auf.

Als Abweichung von dem Aláques-Typus sind die stark abgerundeten, oft einschliessreichen Feldspath-Einsprenglinge und der hohe Gehalt an Hornblende zu bezeichnen.

Südsüdostseite.

Pyroxen-Andesit.

1433. Ein dunkelgraues Pyroxen-Andesit-Geröll aus der Quebrada Rumi-pnngu, ca. 3700 m, enthält in einer an Pyroxenadeln und Magneteisen reichen Grundmasse Feldspath, welcher den Anorthitgehalt Lab.-Byt. erreicht, und frischen Olivin. Pyroxen ist gut vertreten. Eine kleine Menge Tridymit ist festgestellt worden. Die basaltartige Struktur der Grundmasse fällt auf.

1435. Ein dunkles Pyroxen-Andesit-Geröll aus der Quebrada Rumi-pnngu, 3600 m, mit einer an Pyroxenadeln reichen, pilotaxitischen Grundmasse ist auch ziemlich reich an Pyroxen-Einsprenglingen und enthält Feldspath von der Mischungsreihe Lab.

In dem Schliff befindet sich ein stark angefressener, nach dem Albitgesetz einmal verzwillingter Feldspath-Einsprengling mit viel Glaseinschlüssen (Taf. IV, Fig. 5). In einem körnigen Haufen von Augit tritt Magneteisen in Strahlenform auf.

1437. Auf Yerga-churana-Filo an der rechten Seite des Rio Blanco, ca. 3600 m, steht eine blaugraue Pyroxen-Andesit-Lava an, welche in einer erreichen, pilo-

taxitischen Grundmasse viel Pyroxen, frischen Olivin und Feldspath von der Zusammensetzung And.-Ol. bis Lab. enthält. Apatit ist vorhanden.

Hornblende-Biotit-Pyroxen-Andesit.

1438. Hornblende-Biotit-Pyroxen-Andesit von schiefergrauer Farbe von dem oberen Theil der Loma Yerga-churana, ca. 4100 m, an der rechten Seite des Rio Blanco zeigt eine hyalopilitische Grundmasse. Die äusserst feinen Feldspathleisten häufen sich fleckenweise an. Der Feldspath der Einsprenglinge ist Lab.-Byt. bis And.-Ol. Pyroxen ist reichlich vorhanden. (Beispiel eines Hornblende-Andesits saurer Art.)

Fussgebirge des Cotopaxi.

a) Die obsidianführende Tuff-Formation.

Nordseite (Inca-loma).

Biotit-Andesit.

1498. Auf der durch die Steinmassen alter Schlammströme bedeckten Fläche bei Horno-loma, ca. 3700 m, befinden sich grosse Blöcke von zartem, hellgrauem Bimsstein, welcher an den Bimsstein von San Felipe de Latacunga erinnert und wohl zum Aláques-Typus gehört.

1523. Ein vitrophyrischer Biotit-Andesit-Block von der Quebrada Tasintin, Preñado del Pedregal, wird durch abwechselnd dunkle, glasige und hellgrane, steinige Schichten gebildet. Einsprenglinge sind brauner Biotit und Feldspath. Letzterer von der Zusammensetzung And. ist stark zertrümmert. Magneteisen und Apatit sind vorhanden. Das Gestein gleicht den Biotit-Andesiten des Aláques-Flusses.

1528. Ein hellgrauer Biotit-Andesit-Block aus den Tuffen, N.W.-Fuss Inca-loma, ca. 3800 m, enthält in der klaren, erzarmen, hyalopilitischen Grundmasse viele einfache, scharf begrenzte Feldspathleisten mit nahezu orientirter Anlösung und einige kleine Hypersthensäulchen. Unter den Einsprenglingen ist brauner Biotit mit kleinem Axenwinkel, wenig Hornblende und Feldspath von der Zusammensetzung And.-Ol. zu erwähnen. Accessorisch sind Magneteisen, Apatit und Zirkon.

Die Bunsch-Analyse ergibt:

SiO ₂	69,00
Al ₂ O ₃	14,48
Fe ₂ O ₃	1,25
FeO	1,01
MgO	0,36
CaO	2,34
Na ₂ O	6,00
K ₂ O	2,76
H ₂ O	2,19
P ₂ O ₅	0,24
	<hr/> 99,63
Spec. Gew.	2,385

1530. Ein hellgrauer Bimssteinblock aus den Tuffen N.W.-Fuss Inca-loma, ca. 3800 m. ist ein klares Glas mit schwach perlitischer Absonderung, enthält als Einsprenglinge Biotit und Feldspath, scharf begrenzt und frei von Glaseinschlüssen, von der Zusammensetzung And.-Ol. bis Lab.-And.; Zirkon und Apatit finden sich nm Magneteisen ein. (Aláques-Typus.)

1531. Ein hellgrauer Block aus den Tuffen der Inca-loma zeigt eine aus unregelmässig begrenzten Feldspathmikrolithen bestehende, dacitartige Grundmasse und enthält ein wenig Biotit, Feldspath von der Zusammensetzung Lab. bis And. und Magneteisen. Tridymit, Quarz und Apatit sind in kleiner Menge vorhanden.

1535. Ein als „Obsidian, breccienartig“ bezeichneter Block aus den Tuffen vom N.W.-Fuss der Inca-loma ist ein entaxitisch entwickelter Biotit-Andesit von der Art der Aláquesgerölle. Der schwarze Theil ist glasglänzend mit entschiedener perlitischer Absonderung. Die weisslichen Parteen werden durch feine, nicht bestimmbare sphärolithenartige Gebilde bedingt. Der Feldspath ist And.-Lab. Ausser Biotit ist ein wenig Hornblende vorhanden. Accessorisch sind Magneteisen, Apatit und Zirkon.

Hornblende-Pyroxen-Andesit.

1534. Ein schwarzer Hornblende-Pyroxen-Andesit-Block aus den Tuffen vom N.W.-Fuss der Inca-loma, ca. 3800 m. mit weisslichen Einschlüssen zeigt eine fluidale, hyalopilitische Grundmasse. Der Feldspath ist Byt.-Lab.

Die Einschlüsse bestehen meistens aus einer Grundmasse von Feldspathmikrolithen

mit unbestimmter Begrenzung in einem Teig von Glas und Tridymit. Als Einsprenglinge erkennbar sind: Feldspath, Hypersthen, braune Hornblende.

Diese Einschlüsse sind zweifellos Lapilli oder von dem Lavenstrom heraufgeführte Bruchstücke eines in der Tiefe erstarrten Gesteins und haben den Character des Sambache-Typus.

Südseite.

Biotit-Andesit.

1607. In einem hellgrauen Geröll aus dem Rio Aláques, ca. 3190 m, auf dem Wege zwischen Chalupas und Mulaló, sind einige bis 2 mm grosse, broncefarbige Biotitschuppen makroskopisch zu erkennen. In der ziemlich klaren, von feinen, perlitischen Rissen durchsetzten Grundmasse befinden sich ausser Biotit selten Feldspath einsprenglinge von der Zusammensetzung And.-Ol.

Accessorisch sind Magnet Eisen und Zirkon.

Ein Feldspath einsprengling bietet ein vorzügliches Beispiel von der Vereinigung eines Periklin- oder Basiszwilling mit angelagerten Albitlamellen dar (Taf. IV, Fig. 6).

1611. Von demselben Fundort liegt ein weissgrauer Block eines zarten Bimssteins mit Biotit, welcher die grösste Aehnlichkeit mit den Bimssteinen von San Felipe zeigt, vor. Die Grundmasse ist ein klares Glas; Einsprenglinge sind äusserst selten.

1967. Ein Geröll aus dem Rio Cutuchi bei Latacunga, ca. 2854 m, ist theils schwarz mit Glasglanz und muscheligen Bruch, theils weissgrau und entglast.

Die hyalopilitische Grundmasse der letzteren Art enthält in einem klaren Glas einfache, scharf begrenzte Feldspathleisten nach Art des Aláquestypus und wolkenartig angeordnete, unbestimmte Entglasungsproducte. Einsprenglinge sind Biotit mit starker Absorption und Plagioklas von der Zusammensetzung Lab.-And. bis And.-Ol. Wahrscheinlich herrschen die saureren Formen vor. Pyroxen ist nur durch winzige Säulchen von Hypersthen vertreten. Accessorisch sind ein wenig Magnet Eisen und Apatit.

1969. Ein Geröll aus dem Rio Cutuchi bei Latacunga, 2854 m, sieht wegen des jungen Wechsels von glasigen und entglasten Partien körnig aus. Die Grundmasse ist ein an Trichiten und Margariten reiches, farbloses Glas mit stark ausgeprägter perlitischer Absonderung. Der entglaste Theil besteht aus Sphärolithen, deren doppelbrechende Fasern sich als von positivem Character der Doppelbrechung erweisen. Biotit mit starker Absorption, grüne Hornblende und Pyroxen sind in mässiger Menge vorhanden. Der

Feldspath ist Byt. bis And.-Ol., Magneteisen ist mässig, Zirkon und Apatit sind spärlich vertreten.

1956. Ein zarter, weissgrauer Bimsstein stammt aus den grossen Brüchen bei San Felipe de Latacunga, 2824 m. Die lang gestreckten Blasen sind gradlinig und parallel geordnet. Das Glas enthält spärlich Biotit von hoher Absorption und selten Plagioklaskrystalle.¹⁾

Hornblende-Biotit-Andesit.

1970. Ein Geröll nahe Latacunga im Rio Cutuchi enthält in einer Grundmasse von klarem Glas mit stark perlitischer Absonderung grüne Hornblende, Biotit, viele kleine, stark pleochroitische Hypersthensäulchen und einschlussarme Feldspath-einsprenglinge von dem Mischungsverhältniss And.-Ol., accessorisch sind Magneteisen, Apatit und Zirkon.

Der Schliff enthält einen randlich corrodierten Einschluss von lamprophyrischem Habitus, wahrscheinlich der Vögesit-Odnitreihe angehörig. Die langen Säulchen von Hornblende und meistens orientirt auslöschendem Feldspath vereinigen sich z. Th. strahlenförmig zu einer holokrystallinen Grundmasse, in welcher reichlich Magneteisenkryställchen enthalten sind.

b) Die Pleacho-Formation.

Nordseite.

Pyroxen-Andesit.

1476. In kleinen, kegelförmigen Hügeln bei El Salitre, 3790 m, steht eine blaugraue Pyroxen-Andesit-Lava an.

¹⁾ H. Abich giebt die folgende Analyse des Bimssteins von Latacunga:

Si O ₂	73.77
Al ₂ O ₃	10.83
Fe ₂ O ₃	1.80
Mg O	1.30
Ca O	1.21
Na ₂ O	4.60
K ₂ O	3.50
H ₂ O	2.85
	<hr/>
	99.75
Spec. Gew.	2.223

H. Abich: Ueber die Natur und den Zusammenhang der vulkanischen Bildungen. Braunschweig 1841. S. 62. Tab. III.

Die pilotaxitische Grundmasse ist arm an Pyroxen, welcher ebenfalls als Einsprengling zurücktritt und nur durch spärliche kleine Hypersthensäulchen vertreten ist. Der Feldspath ist Lab.-Byt. bis Lab.

Kleine Fetzen eines gelblichen pleochroitischen Glimmers, sowie kleine Resorptionsaufen sind vorhanden.

Ein kleiner Einschluss besteht aus einem netzartigen Gefüge von Feldspathsäulchen, Pyroxen und wenig Biotit nebst Tridymit. Die Zwickel werden mit globulitenreichem Glas ausgefüllt.

Ostseite.

Pyroxen-Andesit.

1546. Eine 30 m mächtige Pyroxen-Andesit-Lava an der Vereinigung der Flüsse Tambo-yacu und Chiri-machai zeigt eine pilotaxitische Grundmasse mit mässiger Menge von Pyroxen in Form von Körnchen und Stäbchen. Der Feldspath der Einsprenglinge ist Lab.-Byt. bis And. Fetzen eines pleochroitischen Glimmers sind in dem Schliff beobachtet.

Hornblende-Pyroxen-Andesit.

1555. Eine mächtige graue Pyroxen-Andesit-Lava von der Quebrada an der N.-Seite vom Chiri-machai-Volcan, an dem grossen Wasserfall, ca. 4200 m, Yantahata, ist ein Hornblende-Pyroxen-Andesit mit fein-pilotaxitischer, erdreicher Grundmasse und Feldspat-Einsprenglingen von der Zusammensetzung Anorthit bis Lab.

Pyroxen ist meistens in Haufwerken gut vertreten. Die Hornblende ist resorbiert, Tridymit erscheint in gut entwickelten Schuppenhaufen. Apatit in Säutchen mit Einschlüssen, dem Prisma parallel gelagert, kommt in Gesellschaft von Magnetstein in ziemlich reichlicher Menge vor.

Es liegt in dieser Gesteinsreihe das Beispiel eines basischen Gesteins vor, welches Apatit in nachweisbarer Grösse führt; für gewöhnlich ist dies hier nicht der Fall.

Südseite.

Pyroxen-Andesit.

1603. Von dem Gipfel des Morro de Chalupas, 4303 m, kommt eine entaxitische Lava mit sehr feinen perlitischen Rissen in der überwiegend vitrophyrischen Basis

vor. Unter den meistens unbestimmbaren Entglasungsprodukten ist eine Sphärolithbildung mit positivem Charakter der Doppelbrechung zu erkennen. Einige kleine Hornblendsäulchen sind vorhanden. Pyroxen, meistens Hypersthen, ist als Einsprengling gut vertreten. Der Feldspath ist Lab.-And. Accessorisch sind Magnetesein, sowie ein wenig Zirkon und Apatit.

Dieses Gestein steht dem Aláques-Typus nahe.

1621. Ein dunkles, rauhes Bruchstück einer an der Südwestseite des Picacho del Cotopaxi gefundenen Bombe zeigt die hyalopilitische Grundmasse des Tauri-pamba-Typus. Die Feldspath-Einsprenglinge sind zum grössten Theil in Opal verwandelt. Unter den Umwandlungsprodukten finden sich winzige Sphärolithe mit deutlichen, regelmässigen, concentrischen Schalenbau und von positivem Charakter der Doppelbrechung.

1624. Eine dunkle, gangartige Masse an der Südseite des Picacho del Cotopaxi ist ein Pyroxen-Andesit mit der hyalopilitischen Grundmasse des Tauri-pamba-Typus und enthält Feldspath von der Zusammensetzung Byt.-Lab. bis Lab. und einige kleine, in Serpentin umgewandelte Olivine, auch Resorptionshaufen, aus einem eisenreichen Mineral entstanden.

1628. Ein Probestück aus dem unteren Agglomerat, Südseite des Picacho, 4629 m, ist ein dunkler Pyroxen-Andesit mit durch Eisenausscheidung bedingtem rothen Ueberzug. Die schwarze, hyalopilitische Grundmasse enthält viele, oft stark opalisierte Feldspath-Einsprenglinge. Der Feldspath erreicht die Zusammensetzung Lab.-Byt.

Hornblende-Pyroxen-Andesit.

1604. Wenig unterhalb des Morro-Gipfels befindet sich eine graue Lava. Die vitrophyrische Grundmasse ist hier reich an unbestimmbaren Entglasungsprodukten und winzigen, formlosen Feldspathmikrolithen. Hornblende und kleine Fetzen eines pleochroitischen Glimmers sind in geringer Menge vorhanden. Pyroxen ist ziemlich gut vertreten. Der Feldspath ist Lab.-And. bis Ol.-And.

Accessorisch sind viel Magnetesein, ein wenig Apatit, Zirkon, sowie Tridymit in charakteristischen Schuppenhaufen.

1620. An der Loma, welche zum Südfuss des Picacho del Cotopaxi führt, steht eine das Sisi-Thal durchsetzende massige, hellgraue Lava an. In der klaren, pilotaxitischen Grundmasse liegen kleine, von Resorptionsprodukten umrahmte Hornblende-Einsprenglinge und Feldspath, meistens von der Zusammensetzung Lab.-Byt. Tridymit tritt in Form typischer Schuppenhaufen auf und liefert anserdem den letzten Kitt der

Grundmasse. Dieser Hornblende-Pyroxen-Andesit erinnert stark an Glieder des Sam-bache-Typus.

1623. An der Südseite des Picacho del Cotopaxi, 4629 m., steht eine blaugraue Hornblende-Pyroxen-Andesit-Lava an. Die zahlreichen kleinen in Auflösung und Resorption begriffenen Hornblende-Einsprenglinge sind von grüner bis branner Farbe. Der Pleochroismus ist für Strahlen parallel a schwingend, parallel b/c polarisirt, hell messinggelb, parallel b schwingend, parallel a c polarisirt, grünbraun, parallel c schwingend, parallel a b polarisirt, lebhaft grün.

Tridymit in charakteristischen Schuppenmustern ist reichlich vorhanden und gesellt sich gern zu dem dunklen, pulverförmigen Erz, welches zweifellos durch Resorption der Hornblende entstanden ist (Taf. IV, Fig. 1). Der Feldspath ist Byt.-Lab. bis And.-Lab., in Randzonen And.

Westseite.

Pyroxen-Andesit.

1634. Ein hellgraues Geröll aus dem Rio Churn-piutn, Camino del Limpio-pungu, zeigt eine meistens wasserschelle, pilotaxitische Grundmasse mit brannen Flecken aus globulitenähnlichen Theilchen zusammengesetzt, wahrscheinlich Reste eines Resorptionsvorganges. Resorptionshaufen (die scharfbegrenzten sind wohl aus Hornblende entstanden) sind recht zahlreich. Pyroxen ist spärlich vertreten. Der Feldspath ist Lab.-Byt. bis Lab.-And. Apatit kommt in Gesellschaft von Magnetisen und in Resorptionshaufen vor.

Cotopaxi.

a) Die neuen, z. Th. historischen Lavaströme.

Pyroxen-Andesit, z. Th. olivinführend.

1451. Der Bimsstein, welcher den mittleren Theil des Yana-sacha-volcans, 4800 m. als Schutt bedeckt, enthält in einer vitrophyrischen Grundmasse viele Einsprenglinge, meistens Plagioklase von der Zusammensetzung Lab.-Byt. bis Lab. Einige Einsprenglinge sind scharf krystallographisch begrenzt, die meisten aber sehen wie Bruch-

stücke aus. Pyroxen ist spärlich vertreten. Magneteisen selten; der Feldspath enthält stellenweise Glaseinschlüsse.

1464/65. In der Quebrada Yana-sacha, ca. 4100 m, unmittelbar auf der Lava No. 1463, liegt eine schwarze Pyroxen-Andesit-Lava mit 3 mm langen Feldspath-säulchen. Die Grundmasse zeigt eine Basis von braunem Glas und eine reichliche Menge von Pyroxennadeln und Magneteisenkryställchen neben Feldspathleisten. Der Feldspath ist Byt.-Lab. bis Lab.-And. Pyroxen ist ziemlich gut vertreten. Tridymit fehlt. Diese Lava entspricht sehr gut dem Tauri-pamba-Typus.

1481. Eine an kleinen, 1 mm langen Plagioklas-Einsprenglingen reiche, schwärzliche Pyroxen-Andesit-Lava des Tauri-pamba-volcan, 4421 m, dient als Muster für den Tauri-pamba-Typus.

Das braune Glas der Grundmasse ist reichlich entwickelt und enthält kurze Plagioklasleisten von verschiedener Grösse, Pyroxennadeln und Magneteisen. Pyroxen ist reichlich vorhanden, frischer Olivin nicht selten. Der Feldspath hält sich nach mehreren Bestimmungen zwischen Byt. und Lab.

1484. Diese Tauri-pamba-Laven schliessen unsgrosse Quarzmassen mit augitführenden Klüften ein, in allen Beziehungen gleich den von Rumi-coral beschriebenen.

Die in der Folge zu beschreibenden zwei Exemplare von der Avenida bei Diaz-chaiana stammen aus der wohl um die Mitte des vorigen Jahrhunderts geflossenen Lava her.

1543. a) Ein schwarzer Block von der Avenida bei Diaz-chaiana, ca. 4000 m (wohl von der Lava, welche die Avenida veranlasst hat), zeigt eine glasreiche Grundmasse mit kurzen, gut entwickelten Feldspathleisten und etwas spärlichen Pyroxennadeln. Als Einsprengling ist Pyroxen mässig vertreten. Einige kleine Resorptionshaufen scheinen von Hornblende zu stammen. Im Handstück fallen die reichlichen bis 3 mm grossen Einsprenglinge von Feldspath auf. Das Mischungsverhältniss dieser entspricht Lab.-Byt. (Tauri-pamba-Typus).

1544. b) Ein schwarzer Schlackenblock von der Avenida bei Diaz-chaiana enthält eine an Glas und Globuliten reiche Grundmasse mit kurzen, gut entwickelten Feldspathleisten und Pyroxennadeln. Sowohl Pyroxen wie Olivin sind unter den Einsprenglingen vertreten. Der Feldspath erreicht einen dem Bytownit entsprechenden Kalkgehalt (Tauri-pamba-Typus).

1569. Die dunkelgraue Lava vom unteren Ende des Sudarnes von Chiri-machai-Volcan, ca. 4330 m, ist ein Pyroxen-Andesit mit der hyalopilitischen Grund-

masse des Tauri-pamba-Typus und führt kleine, frische Olivine. Der Feldspath ist Anorthit bis Byt.-Lab., einige kleine Täfelchen der Grundmasse sind Lab.-And.

1567. Eine schwarze, pyroxenarme Lava von Chiri-machai-Volcan, Südseite, zwischen 4300 und 4600 m, enthält einen massgrossen Einschluss von körnigem Quarz.

Die hyalopilitische Grundmasse dieser Lava gehört ebenfalls dem Tauri-pamba-Typus an und besteht aus braunem Glas in reichlicher Menge, kurzen, dicken Feldspathleisten und Pyroxennadeln. Der Feldspath der Einsprenglinge ist Byt. bis Byt.-Lab. Olivin ist in kleinen Kryställchen vorhanden.

1599. Eine schwarze Pyroxen-Andesit-Lava vom N.-Rand des Puca-huaico-Volcan, zwischen 4600 und 4365 m, mit schwachem Wachsglanz und Neigung zu muscheligem Bruch enthält einen Einschluss von körnigem Quarz. Die fluidale, hyalopilitische Grundmasse ist reicher an Pyroxennadeln als an Feldspathleisten. Der Feldspath der Einsprenglinge ist Byt. bis And.-Lab.

1601. Eine dunkle Lava vom Puca-huaico-Volcan, ca. 4365 m, an der Schneegrenze, zeigt im Dünnschliff die Grundmasse des Tauri-pamba-Typus. Olivin in frischem Zustand ist in erheblicher Menge vorhanden. Pyroxen ist gut vertreten. Der Feldspath ist nach mehreren Bestimmungen Byt. bis Lab.-Byt. Der Kalkgehalt ist selbst bei kleinen Mikrolithen sehr hoch.

Ein einschlussreicher Plagioklas-Einsprengling zeigt einen einschlussfreien Rand.

1656. Der Lavastrom von 1854. Manzana-huaico-volcan, beim Zelt, 4627 m, gesammelt, liefert ein schwarzes, von kleinen, bis 2 mm grossen Feldspathkrystallen durchspicktes Gestein, dunkle, bräunliche Schlacken und führt die schon von Horno-loma und anderen neuen Ergüssen beschriebenen Einschlüsse von körnigem Quarz. Diese Lava zeigt eine an feinen Pyroxen- und Magnetisenkörnern reiche pilotaxitische Grundmasse mit schwarzen, erzeiheren Schlieren. Frischer Olivin und Pyroxen sind reichlich vertreten. Der Feldspath ist Anorthit bis Lab.-Byt. Eingeschlossen in Olivin ist ein mikrolithenarmes, brannes Glas, welches ganz anders als die Hauptgrundmasse aussieht. Diese Lava kann als Vertreter des Tauri-pamba-Typus gelten und nähert sich etwas den Basalten. Probestücke dieser Lava mit den schon beschriebenen Quarzeinschlüssen finden sich in der Sammlung.

Das von Wylmyer gesammelte Gestein des Gipfels wurde von Bonney, Proc. R. S., June 19, 1884, p. 119, beschrieben. Es ist ein dichtes, graues Gestein vom spec. Gew. 2,656 mit rauhem, gleichsam muscheligem Bruch. Die Kluftflächen sind rötlich gefärbt. Die Grundmasse enthält in einem farblosen Glas reichlich bis 0,001 Zoll lange Feldspathmikrolithen, meistens von Oligoklas. Einsprenglinge und Körner von Angit

und Hypersthen sind in beträchtlicher Anzahl vorhanden. Ein Haufwerk enthält mehrere Augitkrystalle, einige kleinere von Feldspath, ein wenig Eisenglanz und wahrscheinlich ein paar Olivinkörner. Der meist scharf begrenzte Feldspath, welcher sich stellenweise sehr reich an Einschlüssen erweist, ist ungefähr vom Mischungsverhältniss des Labradora's.

Hornblende-Pyroxen-Andesit.

1443. Das untere Ende des neuen, Yana-sacha-volcan genannten Lavastromes, 4071 m, ist ein Hornblende-Pyroxen-Andesit, in welchem die hyalopilitische Grundmasse sehr reich an feinen Pyroxennadeln ist. Der Feldspath der Einsprenglinge ist meistens Byt.-Lab. bis And.-Ol.; Pyroxen und Magnet Eisen sind in mässiger Menge vorhanden; Olivin und Biotit treten spärlich auf.

Einige grobkörnige Resorptionshaufen sind wahrscheinlich aus Biotit hervorgegangen.

Die Bausch-Analyse ergibt:

SiO ₂	. . . . .	59,61
Al ₂ O ₃	. . . . .	18,66
Fe ₂ O ₃	. . . . .	3,03
FeO	. . . . .	4,00
MgO	. . . . .	2,50
CaO	. . . . .	6,60
Na ₂ O	. . . . .	4,27
K ₂ O	. . . . .	1,56
P ₂ O ₅	. . . . .	0,11
		100,34
Spec. Gew.	. . . . .	2,678

b) Die älteren Laven.

Nordwestseite.

Pyroxen-Andesit.

1513. Ein dunkles, einsprenglingsarmes Gestein (Taf. VII, Fig. 4) bildet den Lavastrom an der rechten Seite des Rio Pita, 3417 m, am Paso de Llave-puugu. Die weissen, pyroxenarmen Flecken sehen wie Einsprenglinge aus und enthalten oft Tridymit, welcher sich, wie in den Laven des Sambache-Typus, oft in den Zwickeln der

Feldspathleisten cinnistet. Die gut ausgebildeten Feldspathleisten der an Pyroxenkörnchen reichen Grundmasse zeigen deutliche fluidale Anordnung. Ausser den nach dem Albitgesetz verzwillingten Plagioklasen, welche den Kalkgehalt des Labradores erreichen, kommen einige nahezu orientirt auslöschende einfache Leisten vor.

Von sehr ähnlicher Beschaffenheit ist ein auf dem Paschoa am Mittelgipfel des Ostcaldera-Randes befindlicher Gang.

1455. Ein mächtiger, älterer Lavastrom bei Rumi-Corral am Felsvorsprung gegen Limpio-puñu, 3945 m, ist ein basischer Pyroxen-Andesit mit ausgesprochen basaltischem Charakter. Die pilotaxitische Grundmasse ist reich an Pyroxensäulen und -körnchen, welche mit Magnetisenkrystallen zu Nestern zwischen den Feldspathleisten zusammentreten. Der Feldspath ist meistens Byt-Lab., saure Arten bis Lab.-And. kommen aber auch vor. Pyroxen als Einsprengling und Magnetisen sind mässig vertreten. Der Schliff enthält einige gut entwickelte Tridymitnester.

Diese Lava führt die früher beschriebenen Quarzeinschlüsse mit Trümmern von Augit.

Ein Augit, parallel der Axen-Ebene getroffen, ergibt eine Auslöschungsschiefe $c : c$ von 43° .

1457. Die purpurrothe Schlacke desselben Lavastroms bei Rumi-corral ist offenbar von derselben Beschaffenheit wie die Lava selbst, ist aber reicher an Pyroxen, welcher, wie die Grundmasse, selbst starke Erzscheidungen aufweist. Der Feldspath ist wieder Lab.-Byt. bis Lab.-And. Tridymit ist vorhanden.

1463. Eine mächtige dunkelgrüne Pyroxen-Andesit-Lava von der Quebrada Yana-sacha, ca. 4100 m, hat einen entschieden basaltischen Habitus. Die Grundmasse enthält wenig globulitenführendes Glas, viele Stäbchen und Körnchen von Pyroxen mit Magnetisenkryställchen und Feldspathleisten von verschiedener Grösse. Der Feldspath der Einsprenglinge ist Byt.-Lab. bis And.-Lab. Pyroxen ist unter Einsprenglingen gut vertreten. Tridymit ist ebenfalls vorhanden.

Das von Whymper bei seinem ersten Lager auf der Höhe von 4960 m gesammelte Gestein wurde von Bouney, Proc. R. S., June 19, 1884, p. 120, beschrieben. Es ist nach Letzterem ein dichtes schwärzliches Gestein von etwas glasiger Beschaffenheit und schwach muscheligem Bruch. Die Grundmasse besteht aus schlanken Feldspathmikrollithen mit Pyroxenkörnchen und viel staubartigem Opacit in einer Glasbasis. Der Feldspath der Einsprenglinge ist wahrscheinlich Labrador. Unter den Einsprenglingen befinden sich Hypersthen, Augit und einige Magnetisenkörner. Das Gestein ist also ein Hypersthen führender Augit-Andesit.

Nordseite.

Pyroxen-Andesit.

1471. An der rechten Seite der Quebrada Tanri-pamba, dem Südeude der Inca-loma gegenüber, am Abhange der Nordseite, ca. 4100 m, ist eine 7—8 m mächtige dunkelgrüne Pyroxen-Andesit-Lava anstehend gefunden worden.

Die Grundmasse besteht aus globulitenreichem Glas und kurzen Feldspathleisten mit Magnet Eisen, ist aber an Pyroxen ziemlich arm. Der Feldspath der Einsprenglinge ist Byt.-Lab.

1477. Eine bei Tanri-pamba, 4029 m, befindliche Anhäufung von schwarzen, an feinen, frischen (1 mm langen) Feldspathisänchen reichen Schlacken stellt wahrscheinlich einen Auswürfling dar. In einem von winzigen Luftbläschen erfüllten, dunkelbraunen Glas mit nur wenigen Feldspathleisten liegen viele frische, meist gut begrenzte Plagioklas-kristalle von der Reihe Lab.-Byt.; Pyroxen ist etwas spärlich vertreten.

1488. Eine, eine parallel dem Abhang zwischen 4400 und 4700 m ausgedehnte Schmitthalde bildende, rothe Pyroxen-Andesit-Schlacke an der Ostseite des Tanri-pamba-volean enthält in einer dunklen, getrübbten, meist glasigen Grundmasse viele Plagioklas-Einsprenglinge Lab. bis Byt., seltener sarrere Arten bis Lab.-And. Der Pyroxen ist reichlich vertreten und ist immer von starker Erzausscheidung begleitet.

1490. Ein purpurrother Pyroxen-Andesit-Block aus dem Gletscherschnitt an der Ostseite des Tanri-pamba-volean zwischen 4400 und 4700 m enthält in einer äusserst feinen, an winzigen Pyroxenkörnchen reichen Grundmasse viel Plagioklas von der Zusammensetzung Lab.-Byt. bis Lab.-And. und in mässiger Menge Pyroxen und Magnet Eisen. Selten kommen Fetzen eines gelblichen, pleochroitischen Glimmers vor. Gut ausgebildete, schuppige Anhäufungen von Tridymit sind meistens in der Nähe der oft einschliessreichen, stark zerfressenen Feldspath-Einsprenglinge zu finden.

1500. Ein mattsgrauer Pyroxen-Andesit-Block einer seltenen Varietät, von der alten Avenida zwischen 3700 und 3800 m, westlich von Horno-loma, zeigt ein an winzigen Pyroxenstäbchen reiches Glas als Grundmasse. Magnet Eisen ist ein etwas spärlicher Gemengtheil. Pyroxen ist auch unter den Einsprenglingen ziemlich reichlich.

Auffallend ist die grosse Menge Tridymit, welcher oft an Feldspath festsitzt, sonst in ründlichen oder schlierenartig angezogenen Nestern frei in der Grundmasse liegt. Der Feldspath ist meistens Lab.-Byt.

1504. Die unter den Blöcken der Avenida, westlich von Horno-loma, häufigste Varietät ist ein, an bis 3—4 mm grossen Feldspath-Einsprenglingen reicher, schwarzer Pyroxen-Andesit. Die glasreiche Grundmasse stimmt mit derjenigen des Tanri-pambu-Typus überein, ist aber etwas ärmer an Pyroxenadeln. Pyroxen ist als Einsprengling reichlich vertreten. Der Feldspath Lab.-Byt. enthält viel Glaseinschlüsse.

1505. Ein rothbrauner Block von der Avenida, westlich von Horno-loma, erweist sich als ein pyroxenreicher Andesit. Die Grundmasse ist reich an Glas und an Pyroxenadeln. Die Pyroxen-Einsprenglinge sind von verschiedener Grösse und zeigen starke Erzausscheidung.

Der Feldspath ist Lab.-And. bis Lab.-Byt.

1520. Zwischen Quebrada de Pansatili und Hacienda Pedregal, ca. 3400 m, steht am Weg eine eisengraue Lava mit einer feinen, erzeichen, stark fluidalen Grundmasse an. Der Feldspath steht in der Nähe des Andesin; vielleicht sind kalkreichere Arten vertreten. Pyroxen als Einsprengling ist ziemlich reichlich vorhanden.

1522. Eine hellgraue Pyroxen-Andesit-Lava bildet kleine, kegelförmige Hügel im Preñado de Pedregal, 3470 m, S.-Fuss Pasochoa.

In der hyalopilitischen Grundmasse, oft in Gesellschaft mit Tridymit, befinden sich erzhaltige Reste, welche wohl durch Resorption von eisenreichen Mineralien entstanden sind.

Der Feldspath ist Lab.-And. bis And.-Ol. Einige Apatitsäulchen, frei und auf Magnet Eisen sitzend, auch Fetzen eines pleochroitischen Glimmers sind vorhanden.

In einem kleinen Haufwerk von Hypersthen, Magnet Eisen und ein wenig Feldspath finden sich Apatit und Glimmer, dicht daneben Tridymit mit Erz.

1539. Ein grauer Pyroxen-Andesit-Block von der Avenida del Mudadero zeigt eine wasserklare Grundmasse von gut entwickelten Feldspathleisten, daneben abgerundete Pyroxenkörner in reichlicher Menge und ein wenig Magnet Eisen. Die Zwischenklemmungsmasse besteht aus Tridymit in Schuppenform. Der Feldspath ist Byt.-Lab. bis Lab.-And. Augithaufen mit strahlenförmigem Magnet Eisen sind häufig.

Das Gestein ist ein pyroxenreiches Beispiel des Sambache-Typus.

1541. Ein dichter, grauer Block von der Avenida del Mudadero, 3906 m, ist ein olivinführender Pyroxen-Andesit mit globulitenreicher, basaltartig entwickelter Glasbasis, Tridymit, stark entwickelten Feldspathleisten und Pyroxenkörnern. Der Feldspath der Einsprenglinge ist Byt.-Lab.

Ein Feldspath-Einsprengling ist bis auf den klaren Rand gänzlich von Grundmassen-Einschlüssen und Tridymit erfüllt.

1542. Ein grauer Pyroxen-Andesit-Block von der Avenida bei El Mudadero, 3906 m, besitzt eine pilotaxitische Grundmasse. Als Feldspath-Einsprengling ist Plagioklas mit Anorthitgehalt bis Byt. vorhanden. Die Grundmasse ist sehr reich an typischen Schnuppenhaufen von Tridymit, welches Mineral hier die Rolle einer Glasbasis übernimmt. Pyroxen ist sowohl als Einsprengling, als in der Grundmasse in Form von Körnchen und Nadeln gut vertreten.

Ostseite.

Pyroxen-Andesit.

1551. In der Quebrada Chiri-machai am Wasserfall, 4107 m, steht eine ca. 20 m mächtige Pyroxen-Andesit-Lava an. Das rauhe, lavendelgrüne Gestein ist reich an Pyroxen, welcher sowohl als Einsprengling, wie als Bestandtheil der pilotaxitischen Grundmasse starke Erzausscheidung aufweist. Das Gestein führt Olivin und eine nicht unbeträchtliche Menge Tridymit. Der Feldspath ist Byt.-Lab.

1554. In den rothen Schlieren einer dunklen, in der Quebrada Chiri-machai anstehenden, basischen Lava befinden sich ein wenig grüne Hornblende, sowie schöne Olivin-Einsprenglinge. Der Feldspath ist immer ein basischer und erreicht einen dem Mischungsverhältniss Anorthit-Bytownit entsprechenden Kalkgehalt. Ein wenig Tridymit ist vorhanden.

1559. Ein schwarzer, bimssteinartiger Schlackenblock von Yanta-hata, zwischen 4600 und 4200 m, an der Nordseite des Chiri-machai-volcan besteht aus einer mikrolithenarmen Basis von braunem Glas mit Feldspath-Einsprenglingen von der Mischungsreihe Lab.-Byt bis And.; wenig Pyroxen und wenig Olivin sind vorhanden.

Die abgerundeten Feldspath-Einsprenglinge enthalten sehr viel Grundmassen-Einschlüsse.

1575. Ein dunkelgrauer Block von der Avenida am unteren Ende des Südarms des Chiri-machai-volcan, ca. 4200 m, ist ein pyroxenreicher Andesit mit etwas frischem Olivin und ein wenig Tridymit. Der Feldspath ist Lab.-Byt. bis Lab.

1576. Ein Block in der Avenida am unteren Ende des Südarms des Chiri-machai-volcan, ca. 4200 m, ist ein basischer Pyroxen-Andesit mit Olivin und Feldspath von der Reihe Lab.-Byt.

Eigenthümlich ist die Grundmasse; ein hellbraunes Glas mit winzigen Körnern von Pyroxen und Magneteisen und vielen winzigen, schwach doppelbrechenden Feldspath-

leisten, welche wegen Abrundung der Enden gleichsam Reiskörnern ähnlich sind. Diese Grundmasse stellt wohl ein unvollkommenes Erstarrungsstadium des Tauri-pamba-Typus dar. Ein nach $\infty P \sim (010)$ getroffener Augit-Einsprengling zeigt eine Auslöschungsschiefe $c:c = 45^\circ$.

1579. Ein purpurgrauer Block aus dem Gletscherschutt an der Südseite des Chiri-machai-volcan, zwischen 4300 und 4555 m, ist ein pyroxenführender Andesit mit erzeicher, glasiger Grundmasse. Feldspath erweist sich als von der Zusammensetzung Anorthit bis Lab.-Byt.; viel Tridymit kommt vor, welcher oft an den stark zeragten und zerbröckelten Feldspathsäulen haftet.

1583. Ein schwarzer, schlackenartiger Block aus dem Gletscherschutt an der Südseite des Chiri-machai-volcan, 4330 bis 4555 m, ist ein Pyroxen-Andesit vom Tauri-pamba-Typus und zeigt sich sehr reich an bis 5 mm grossen, frisch glänzenden Feldspath-Einsprenglingen. Der Feldspath ist meistens Labrador (Lab.-Byt. bis Lab.-And.), Pyroxen ist reichlich vorhanden.

Ein Augit, parallel der Symmetrie-Ebene $\sim P \sim (010)$ getroffen, zeigt eine Auslöschungsschiefe $c:c = 44^\circ$.

Das auf Taf. IV, Fig. 4 abgebildete Vorkommniss wurde in diesem Gestein beobachtet.

1587. Eine dunkle, südlich von Chiri-machai an der Schneegrenze, 4455 m, austehende Lava ist ein Pyroxen-Andesit mit erzeicher, pilotaxitischer Grundmasse und Feldspath von der Mischungsreihe Anorthit bis Labrador, selten Lab.-And., für die äusseren Zonen. Der frische Olivin wird oft von einem Erzrand umrahmt und gesellt sich gern mit Feldspath zu Haufwerken, in welchen der Feldspath mitunter idiomorph in den Olivin eindringt. Feldspath, idiomorph gegen Augit, ist auch beobachtet worden.

1593. Ein mächtiger Strom von einer hellgrauen Pyroxen-Andesit-Lava, ca. 4400 m, in dem südlichen Zufluss des Tambo-yacn zeigt eine an Pyroxennadeln ziemlich reiche, pilotaxitische Grundmasse und enthält Feldspath von der Zusammensetzung Byt.-Lab. bis And. Tridymit in Schuppenform ist deutlich erkennbar und scheint als letzte Erstarrungsmasse eine dünne Haut über den dicht gedrängten Feldspatheleisten zu bilden.

1596. Ein an frischen, 5 mm grossen Feldspath-Einsprenglingen reicher, schwarzer Block, N. vom Pnea-huaco-volcan, ist ein Pyroxen-Andesit mit schwarzer, hyalopilitischer Grundmasse. Der Feldspath ist Byt.-Lab., auch bei kleinen Kryställchen. Pyroxen ist in Nadelform in der Grundmasse ziemlich reichlich, als Einsprengling aber weniger häufig vertreten.

1597. Ein dunkler, feinschlackiger Block, N. vom Puna-huaico-volcan, 4300 m, ist ein erreicher Pyroxen-Andesit. Die Grundmasse ist ausserordentlich reich an Pyroxennadeln, während Feldspath in Leistenform etwas zurücktritt.

Der Feldspath der Einsprenglinge ist Lab.-Byt. bis Lab.-And. Ein wenig Tridymit befindet sich in den Hohlräumen des Gesteins.

Südseite.

Pyroxen-Andesit.

1616. Ein schlackenartiges Exemplar von einer im Bette des Rio Cuntur-bamba, Zufluss des Rio Aláque, 3562 m, befindlichen mächtigen Lavabank ist ein Pyroxen-Andesit mit hyaloplitischer Grundmasse und Feldspath von der Zusammensetzung Lab.-Byt. Pyroxen ist mässig vertreten.

1645. Ein grauer Pyroxen-Andesit-Bimsstein aus dem Schutt bei Santana de Tinpullo, 3267 m, enthält in einer vitrophyrischen Grundmasse Feldspath von der Zusammensetzung Byt. bis Lab.-Byt.; Pyroxen tritt zurück.

Hornblende-Pyroxen-Andesit.

1497. Ein dunkler Schlackenblock von dem unteren Ende des Tauri-pamba-Lavastroms enthält in einer glasreichen Grundmasse ausser Pyroxen auch braune Hornblende, meistens mit scharfen Umrissen. Ein grosser Hornblendekrystall von grünlicher Farbe zeigt dagegen einen breiten Resorptionsrand mit strahlenförmigem Magneteisen (Taf. VI, Fig. 4). Im Zusammenhang mit dem unzersetzten Kern stehen Angit und Feldspath.

Eingeschlossen in dieser Schlacke sind viele bis ertseingrosse Bruchstücke eines weisslichen Bimssteines, welcher in der wasserklaren Grundmasse auch Hornblende enthält.

Der Bimsstein erinnert an das hornblendereiche Bimssteinstück in der Humboldt'schen Sammlung.

Humboldt-Stück. Die Sammlung des Min.-Petr. Instituts enthält einen von A. v. Humboldt gesammelten, weisslichen, wahrscheinlich vom Picacho stammenden Bimsstein mit dem Zettel „Volcan de Cotopaxi, 2420 T., mit Hornblende und Albit“.

Das farblose Glas enthält reichliche Feldspath-Einsprenglinge von der Zusammensetzung Lab.-Byt. bis And.-Ol., welche starke Zonenbildung aufweisen. Die Hornblende ist frisch und auch am Rand nicht angegriffen. Die Absorptionsfarben sind für Strahlen

parallel a schwingend, parallel bc polarisirt, hell-honiggelb; parallel b schwingend, parallel ac polarisirt, tief-branngrün; parallel c schwingend, parallel ab polarisirt, tief-smaragdgrün. $c : c = 10^\circ$.

Einige Hyperstheusäulchen sind stark pleochroitisch.

Westseite.

Pyroxen-Andesit.

1631. Im Bette des Rio Cutuchi unterhalb Hacienda Churn-pinto, 3430 m, steht ein dünner Pyroxen-Andesit-Lavastrom an. Die pilotaxitische Grundmasse enthält viel Tridymit in charakteristischen Schnuppenhaufen, welche oft an den zernagten Feldspath-Einsprenglingen haften. Der Feldspath ist Byt.-Lab. bis Lab.

1649. Bei dem Zelt auf dem Rücken zwischen Manzana-huaico und Puca-huaico, 4627 m, wurde ein dunkles Bombenstück mit säulenförmiger Absonderung gefunden. Das Glas der Grundmasse wird durch die starke Entwicklung winziger Pyroxen- und Magnetisenkrystalliten undurchsichtig, zeigt aber helle, pilotaxitische Schlieren. Der Feldspath erreicht einen dem Anorthit-Byt. entsprechenden Kalkgehalt; Pyroxen ist spärlich.

1652. Ein grosser, hellgrauer Block aus den Schlacken beim Zelt zwischen Manzana-huaico und Puca-huaico, 4627 m, ist ein Pyroxen-Andesit vom Sambache-Typus. Die wasserhelle Grundmasse besteht aus Feldspathleisten und abgerundeten Pyroxensäulchen mit Zwischenklemmungsmaße von Tridymit, welcher oft in der typischen Dachziegelform auftritt. Magnetisen ist mässig vertreten. Der Feldspath ist Byt.-Lab. bis Lab.-And., in Randzonen bis And.-Ol. Einige feine Apatitsäulchen sind erkennbar.

1661. Die Lava von dem Südwestgipfel, 5922 m, des Cotopaxi-Kraters ist ein Pyroxen-Andesit und zeigt die typische Grundmasse des Tauri-pamba-Typus (vergl. Lava 1481). Der frische Olivin wird oft von einem aus Pyroxen und Magnetisenkörnern zusammengesetzten Kranz umrahmt. Pyroxen ist reichlich vertreten, trägt oft einen Kranz von Magnetisen. Der Feldspath ist meistens Byt. bis Lab.-Byt., in Randzonen bis And. Einige Feldspath-Einsprenglinge werden bis auf den klaren Rand durchaus von Grundmassen-Einschlüssen getrübt.

Putzulagua.*Biotit-Andesit.*

1980. Von der Westseite des Cerro Putzulagua, 3515 m, bei Latacunga stammt ein an Biotitschuppen ziemlich reiches, weissgraues Lesestück.

Die klare, erzarme Grundmasse besteht aus gut entwickelten Plagioklasleisten, deren Zwickel von unregelmässig begrenzten, lamellenfreien Feldspathschuppen ausgefüllt sind. Die Begrenzung der Leisten wird durch feine, dunkle Linien gebildet, welche wohl auf einen Rest von Glas oder Tridymit hindeuten. Der Feldspath ist meistens And.-Ol., erreicht aber den Anorthitgehalt des lab.-And.; das Ganze ist ein dem Saubache-Typus nahestehendes Gestein.

In dem stark pleochroitischen Biotit hat sich viel Magneteisen, wohl durch Ausscheidung den Spalten entlang, abgelagert. Zirkon ist vorhanden. Pyroxen ist kaum vertreten.

Dieses Gestein zeigt grosse Ähnlichkeit mit den in den glasreichen Laven der Gipfelfelsen des Sincholagua vorkommenden krystallinischen Einschlüssen (Nr. 1328).

Anhang.**Geröll zweifelhafter Herkunft.***Biotit-Andesit.*

1973. Ein stark verwittertes Geröll von erdiger Beschaffenheit aus dem Rio Yachas beim Putzulagua enthält Biotit, in dem viel Magneteisen vorhanden ist, und Feldspath von der Zusammensetzung And.-Ol. Die zahllosen Feldspathmikrolithen ohne bestimmte Begrenzungen liegen in einem Glas, in welchem die feinen, zu radialstrahligen Kugeln angeordneten Fasern ohne wahrnehmbare Doppelbrechung auf anfangende Entglasung hinweisen. Tridymit in grossen Schnuppen ist in reichlicher Menge vorhanden.

Der Zettel trägt den Vermerk: Ob Ost-Cordillere — ob Tuff des Cotopaxi? Das Gestein ist ein Biotit-Andesit und deutet wahrscheinlich auf eine Verwandtschaft zwischen sauren Biotit-Andesiten und Daciten hin.

D. Berechnung der Gesteins-Analysen.

Im Nachfolgenden gebe ich nach dem Vorgang von H. Rosenbusch, Tschm. Min. u. petr. Mith., 1890, B. XI, p. 144 u. f. sowie Elemente der Gesteinslehre, 1898, p. 180 u. f. die Berechnungen meiner Analysen, ausser der vom Gestein Nr. 285 aufgeführten, die zu viel H_2O und CO_2 enthält, also auf weit vorgeschrittene Zersetzung hinweist.

Nr. 1528. Biotit-Andesit, NW.-Fuss Inca-toma (Fussgebirge Cotopuxi), vergl. p. 256.

Analyse	H_2O ab	Molekular-Zahl	Molekular-Verhältnis	Metall-Atome	Metall-Atom-Verhältnis
SiO_2	69,00	70,99	118,47	77,15	118,47
Al_2O_3	14,48	14,89	14,61	9,52	29,22
Fe_2O_3	1,25	1,29	0,80	0,52	1,61
FeO	1,01	1,04	1,45	0,94	1,44
MgO	0,36	0,37	0,93	0,60	0,93
CaO	2,34	2,41	4,31	2,81	4,31
Na_2O	6,00	6,17	9,96	6,49	19,93
K_2O	2,76	2,84	3,02	1,97	6,04
	97,20	100,00	153,55	100,00	181,95
					Molekular-Zahl 154
P_2O_5	0,24				Metall-Atome 182
H_2O	2,19	Spec. Gew. = 2,385			Sauerstoff-Atome 303
					Gesamt-Atome 485

Nr. 1408. Hornblende-Pyroxen-Andesit, Quilindaha (vergl. p. 252).

Analyse	H_2O ab	Molekular-Zahl	Molekular-Verhältnis	Metall-Atome	Metall-Atom-Verhältnis
SiO_2	62,98				
TiO_2	0,68	63,86	100,58	69,49	100,58
Al_2O_3	15,50	15,55	15,25	9,94	30,50
Fe_2O_3	2,88	2,89	1,81	1,18	3,62
FeO	2,85	2,86	3,98	2,59	3,98
MgO	3,17	3,18	7,97	5,20	7,97
CaO	2,95	2,96	5,29	3,44	5,29
Na_2O	5,90	5,92	9,55	6,23	19,11
K_2O	2,77	2,78	2,96	1,93	5,91
	99,68	100,00	153,39	100,00	182,96
					Molekular-Zahl 153
H_2O	0,70				Metall-Atome 183
P_2O_5	0,25	Spec. Gew. = 2,582			Sauerstoff-Atome 294
					Gesamt-Atome 477

Nr. 1443. Hornblende-Pyroxen-Andesit, Yana-sucha, C'otopaxi (vergl. p. 264).

Analyse	H ₂ O ab	Molekular-Zahl	Molekular-Verhältnisse	Metall-Atome	Metall-Atom-Verhältnisse	
SiO ₂	59,61	59,47	99,26	65,50	99,25	55,07
Al ₂ O ₃	18,06	18,62	18,26	12,05	36,52	20,26
Fe ₂ O ₃	3,03	3,02	1,89	1,25	3,79	2,10
FeO	4,00	3,99	5,55	3,66	5,56	3,08
MgO	2,50	2,49	6,25	4,12	6,25	3,47
CaO	6,60	6,58	11,79	7,79	11,79	6,54
Na ₂ O	4,27	4,26	6,88	4,54	13,75	7,63
K ₂ O	1,56	1,56	1,65	1,09	3,31	1,81
100,23	99,99	151,53	100,00	180,22	99,99	
				Molekular-Zahl	151	
				Metall-Atome	180	
P ₂ O ₅	0,11	Spec. Gew. = 2,678		Sauerstoff-Atome	291	
				Gesamt-Atome	471	

Nr. 1364. Hornblende-Pyroxen-Andesit, Ceballos-chupa, linke Seite des Rio Isco, Sincholagua (vergl. p. 248).

Analyse	H ₂ O ab	Molekular-Zahl	Molekular-Verhältnisse	Metall-Atome	Metall-Atom-Verhältnisse
SiO ₂	58,82				
TiO ₂	0,36	59,69	99,02	65,64	99,62
Al ₂ O ₃	16,35	16,49	16,17	10,66	32,35
Fe ₂ O ₃	5,50	5,55	3,48	2,29	6,95
FeO	2,36	2,38	3,31	2,18	3,31
MgO	4,37	4,41	11,05	7,28	11,05
CaO	4,06	4,09	7,33	4,83	7,33
Na ₂ O	5,31	5,35	8,65	5,69	17,29
K ₂ O	2,02	2,04	2,16	1,43	4,33
99,15	100,00	151,77	100,00	182,23	100,00
				Molekular-Zahl	152
H ₂ O	1,05			Metall-Atome	182
P ₂ O ₅	0,25	Spec. Gew. = 2,736		Sauerstoff-Atome	291
				Gesamt-Atome	473

Nr. 1386. Feldspath-Basalt, Rumiñahui (vergl. p. 243).

Analyse		H ₂ O ab	Molekular- Zahl	Molekular- Verhältnisse	Metall-Atome	Metall-Atom- Verhältnisse
SiO ₂	52.92	53.50	89.29	53.50	89.29	48.43
Al ₂ O ₃	16.66	16.84	16.52	16.84	33.04	17.92
Fe ₂ O ₃	4.76	4.81	3.02	4.81	6.03	3.27
FeO	4.89	4.94	6.88	4.94	6.88	3.73
MgO	7.96	8.05	20.17	8.05	20.17	10.94
CaO	5.71	5.77	10.33	5.77	10.33	5.61
Na ₂ O	5.12	5.18	8.36	5.18	16.71	9.06
K ₂ O	0.89	0.90	0.96	0.90	1.91	1.04
	98.91	99.99	155.53	99.99	184.36	100.00
					Molekular-Zahl	156
P ₂ O ₅	0.75				Metall-Atome	184
H ₂ O	0.80	Spec. Gew. = 2.858			Sauerstoff-Atome	284
					Gesamt-Atome	468

ÜBERSICHTEN
NAMEN- UND SACH-VERZEICHNIS
NACHTRÄGE UND BERICHTIGUNGEN.

Uebersicht

der in den einzelnen Vulkangebieten auftretenden Gesteine.

1. Angochagun-Gebirge 12.
Basalt (?) 52.
Pyroxen-Andesit 21, 22, 44, 52.
2. Imbabura 11.
Pyroxen-Andesit, häufig 21, 22, 50—51.
Amphibol-Pyroxen-Andesit, vereinzelt 22, 54—55, 57.
Amphibol-Andesit, vorherrschend 22, 23, 52—53.
3. Cavileche 12.
Pyroxen-Andesit 51—52.
4. Casin 12.
Pyroxen-Andesit, vorherrschend 21, 51—52.
Pyroxen-Amphibol-Andesit, seltener 47.
5. Mojanda 9.
Pyroxen-Andesit, vorherrschend 11, 20, 21, 48—50, 56.
Pyroxen-Amphibol-Andesit, vereinzelt 22.
Dacit, ziemlich häufig 24, 28, 45, 48, 55.
Amphibol-Dacit, ziemlich häufig 11, 55, 58—60.
6. Cayambe 8.
Pyroxen-Amphibol-Andesit, vereinzelt 45, 47.
- Amphibol-Pyroxen-Andesit, vereinzelt 36, 54—55.
Amphibol-Andesit, vorherrschend 45, 47, 53—54, 57—58.
7. Pasorhea 64, 237—239.
Feldspath-Basalt, vereinzelt 191, 203, 239.
Pyroxen-Andesit, vorherrschend 191, 203, 219, 237—238, 239.
8. Rumiñahui 64—65, 239—243.
Feldspath-Basalt, häufig 191, 192, 203, 204, 235, 239, 242—243.
Pyroxen-Andesit, vorherrschend 191, 192, 203, 204, 219, 240—241, 242, 275.
Amphibol-Pyroxen-Andesit, vereinzelt 192.
Dacit, vereinzelt 191, 192, 194, 203, 213, 225, 226, 227.
Biotit-Dacit, vereinzelt 203, 241—242.
9. Simbolongo 65—67, 192, 235, 244—249.
Feldspath-Basalt, vereinzelt 205, 237, 248.
Pyroxen-Andesit, vorherrschend 192, 204, 205, 244—245, 247—248.
Amphibol-Pyroxen-Andesit, ziemlich häufig 192, 204, 205, 246, 249, 274.
Amphibol-Biotit-Pyroxen-Andesit, vereinzelt 204.
Biotit-Pyroxen-Andesit, vereinzelt 205, 246, 274.

- Amphibol-Biotit-Andesit 192.
Biotit-Amphibol-Pyroxen-Andesit, vereinzelt 249.
Biotit-Andesit, vereinzelt 230, 232.
Dacit, öfters 67, 192, 204, 216, 220, 225, 226, 227, 246—247.
10. Valle-vecino-Berge 67, 249—250.
Pyroxen-Andesit, vorherrschend 192, 205, 249—250.
Amphibol-Pyroxen-Andesit, vereinzelt 192, 205, 250.
Amphibol-Andesit, vereinzelt 192, 205, 250.
11. Quilindana 154—167, 252, 251—255.
Pyroxen-Andesit, häufig 160, 192, 201, 206, 214, 215, 216, 217, 218, 235, 251, 252, 254.
Amphibol-Pyroxen-Andesit, vorherrschend 192, 206, 233, 251, 252—253, 273.
Amphibol-Biotit-Pyroxen-Andesit, vereinzelt 206, 255.
Amphibol-Biotit-Andesit, vereinzelt 213.
Biotit-Amphibol-Pyroxen-Andesit, vereinzelt 206, 254.
Biotit-Pyroxen-Andesit, vereinzelt 253.
12. Fessegberge des Cotopaxi 67—72, 255 bis 261.
a) *Obsidianführende Tuff-Formation* 68—70, 255—258.
Amphibol-Pyroxen-Andesit, vereinzelt 68, 208, 256—257.
Amphibol-Andesit, vereinzelt 193.
Amphibol-Biotit-Andesit, vereinzelt 258.
Biotit-Andesit, vorherrschend 68, 193, 208, 210, 211, 230, 231, 255—256, 257 bis 258, 273.
b) *Picacho-Formation* 71—72, 258—261.
Pyroxen-Andesit, vereinzelt 71, 146, 196, 208, 210, 258—259, 259, 261.
Amphibol-Pyroxen-Andesit, vereinzelt 208, 210, 259, 260—261.
Amphibol-Andesit, vorherrschend 193.
13. Cotopaxi 72—154, 261—271.
Pyroxen-Andesit, fast ausschliesslich 193, 207, 208, 209, 210, 211, 261—264, 264—271.
Amphibol-Pyroxen-Andesit, vereinzelt 193(?), 206, 208, 211 (?), 264, 270—271, 274.
14. Putzulagua 189, 272.
Biotit-Andesit 189, 211, 272.

II.

Uebersicht

des Vorkommens der einzelnen Gesteine und Gesteinsvarietäten.

1. Feldspath-Basalt 236—237.

Angochagua-Gebirge (?) 52.

Paschoa, vereinzelt 191, 203, 230.

Rumiñahui, häufig 191, 192, 203, 204, 236.

239, 242—243, 275.

Sincholagua, nicht häufig 205, 237, 248.

2. Pyroxen-Andesit 48—52, 56, 234—236.

Angochagua-Gebirge, vorherrschend 21, 22.

44, 52.

Imbabura, häufig 21, 22, 50—51.

Cavilche, vorherrschend 21, 51—52.

Casín, vorherrschend 52.

Mojanda, vorherrschend 11, 20, 21, 48—50.

56.

Paschoa, vorherrschend 191, 203, 237—238.

239.

Rumiñahui, vorherrschend 191, 192, 203.

204, 219, 240—241, 242.

Sincholagua, vorherrschend 211, 205, 244.

bis 245, 247—248.

Valle-vicioso-Berge, vorherrschend 192, 205.

249—250.

Quilindaña, häufig 160, 192, 201, 206, 214.

215, 216, 217, 218, 235, 251, 252, 254.

Fussgebirge des Cotopaxi:

Picacho-Formation, vereinzelt 71, 146.

126, 208, 210, 258, 269, 269—260,

261.

Cotopaxi, fast ausschliesslich 193, 207, 208.

209, 210, 211, 261—264, 264—270.

271.

3. Pyroxen-Amphibol-Andesit.

Casín, vereinzelt 47.

Mojanda, vereinzelt 22.

Cayambe, vereinzelt 45, 47.

4. Amphibol-Pyroxen-Andesit 54—55, 57.

232—234.

Imbabura, nicht häufig 22, 54—55, 57.

Cayambe, vereinzelt 36, 51—55.

Rumiñahui, selten 192.

Sincholagua, nicht selten 204, 205, 246, 249.

274.

Valle-vicioso-Berge, vereinzelt 192, 205, 250.

Quilindaña, vorherrschend 192, 205, 233.

251, 252—253, 273.

Fussgebirge des Cotopaxi:

a) Obsidialführende Tuff-Formation, ver-

einzelt 98, 208, 256—257.

b) Picacho-Formation, vereinzelt 208, 210.

259, 260—261.

Cotopaxi, vereinzelt 193 (?), 206, 208, 211 (?).

264, 270—271, 274.

5. Amphibol-Andesit 52—54, 57—58, 232.

Imbabura, vorherrschend 22, 23, 52—53.

- Cayambe, vorherrschend [45](#), [47](#), 53—54, 57—58.
 Valle-vecino-Berge, vereinzelt [192](#), [205](#), [250](#).
 Fussgebirge des Cotopaxi:
 a) Obsidianführende Tuff-Formation, vereinzelt [193](#).
 b) Piencho-Formation, vorherrschend [193](#).
6. Amphibol-Biotit-Pyroxen-Andesit.
 Sincholagua, vereinzelt [201](#).
 Quilindafu, vereinzelt [206](#), [255](#).
7. Amphibol-Biotit-Andesit.
 Fussgebirge des Cotopaxi:
 Obsidianführende Tuff-Formation [258](#).
 Quilindafu, vereinzelt [213](#).
8. Biotit-Pyroxen-Andesit.
 Sincholagua, vereinzelt [205](#), [216](#), [253](#).
9. Biotit-Amphibol-Pyroxen-Andesit.
 Sincholagua, vereinzelt [249](#).
 Quilindafu, vereinzelt [206](#), [254](#).
10. Biotit-Andesit 229—232.
 Sincholagua, vereinzelt [230](#), [232](#).
 Fussgebirge des Cotopaxi:
 Obsidianführende Tuff-Formation, vorherrschend [68](#), [193](#), [208](#), [210](#), [211](#), [230](#), [231](#), [255—256](#), [257—258](#), [273](#).
 Putznagua [189](#), [211](#), [272](#).
11. Dacit [55](#), 225—228.
 Mojanda, ziemlich häufig [24](#), [28](#), [45](#), [48](#), [55](#).
 Rumiñahui, vereinzelt [191](#), [192](#), [194](#), [213](#), [225](#), [226](#), [227](#).
 Sincholagua, öfters [67](#), [204](#), [216](#), [220](#), [225](#), [226](#), [227](#), [246—247](#).
12. Amphibol-Dacit 58—60.
 Mojanda, ziemlich häufig [11](#), [55](#), 58—60.
13. Biotit-Dacit.
 Rumiñahui, vereinzelt [203](#), 241—242.

III.

Namen-Verzeichnis.

(Höhen nach Reiss und Stübel.)

- A.
 Abich, H. 142, 230, 231, 258.
 Abra. La, 3640 m (Mojanda) 10.
 , Hacienda de la — (Cuvilehe) 21.
 Adreje-Berge (Tenerife) 71.
 Acolische Inseln (Italien) 138.
 Aetna (Sizilien) 104, 137, 138, 140, 142, 150.
 Afrika 174.
 Agua larga de Juramilla Quebrada de —
 (Imbabura) 51, Taf. III. 11.
 Aguirre, Familie 108.
 Agustín, San — (Quilindaña) 159.
 , de Callo, 3074 m (Cotopaxi) 76.
 Aláques, Río (Cotopaxi) 69, 77, 89, 200, 212,
 230, 232, 257, 270, Taf. IV. 6; V. 4.
 Alehipichi, Hacienda. 2102 m (Mojanda) 11,
 49, 56, 59, 108, Taf. I. 3.
 Allpa-chaca (Angachagua-Gebirge) 21.
 Allpart, S. 222.
 Alpen (Schweiz) 188.
 Alta-cucha, 4231 m (Rucu-Pichincha) 168.
 Altar, Cerro del —, 5404 m (Ost-Cordillere)
 170, 171, 177, 182, 184, 187.
 Alto de Sanigualco, besser: Suni-bunico (Cota-
 paxi) 90.
 Alumis-cacha, 4004 m (Cotopaxi) 74, 92.
 Amazonas, Becken, Gebiet 88, 107, 118, 179.
 , Río 64, 156.
 Ambato, Stadt, 2608 m 111.
 Ambi, Río (Becken van Ibarra) 7.
 Ami, Cerro, 3876 m (Cotopaxi) 72, 75.
 , Río (Quilindaña) 92, 157, 160, 251.
 -bunico (Quilindaña) 161, 251, 254.
 André, E. 4.
 Andres, San (Palma, Canaren) 137.
 Angamarca, Ort. 2998 m (Card. de Angamarca)
 110.
 Angla, Pass, 3183 m (Casin) 21, Taf. III. 14.
 Angachagua, Cordillera de — 3, 5, 7, 8, 12,
 21, 52.
 , Ort. 2861 m 21, 52.
 Antisana, 5756 m (Ost-Cordillere) 67, 89, 90,
 99, 129, 131, 170, 171, 172, 173, 176,
 179, 181, 182, 184.
 -Fussgebirge 67, 72, 139.
 , Hata, 4075 m 183.
 Antonio, San, Ort. 2378 m (Imbabura) 51.
 Antrim, Co. (Irland) 221.
 Ararat (Armenien) 75.
 Arenales (Cayambe) 9.
 Arendal (Norwegen) 37.
 Arequipa (Perú) 40.
 Armas, Plaza de —, 3892 m (Valle-vicioso-
 Berge) 192, 250.
 Asaya, Cerro, 3884 m (Imbabura) 11, 21, 22,
 51, 53.
 , Cerumbo del — (Imbabura) 51, 53.
 Avenida del Mudadero 267, 268.
 Azoren (Atlantische Inseln) 137, 138.
 , Pica 8.

B.

- Baños, Hacienda, 3579 m (Cotopaxi) 77, 136, 148, Taf. IV, 6.
 . Ort, 1800 m (Tunguragua) 106, 107.
 Barben-pata au Rio Isco (Antisana) 248.
 Barrancos, Rio (Cotopaxi) 89.
 Bartolomé, Cerro de —, 4041 m (Mojana) 21.
 Bates, H. W. 153.
 Becke, F. 217.
 Belowsky, M. 6, 26, 32, 223, 228.
 Bercha, Loma (Cotopaxi) 77.
 Bergant, A. 138.
 Berlin 237.
 Blum, R. 194.
 Böhm, A. 164.
 Bolche, Páramo de — (Nordgränze von Ecuador) 5, 6, 7.
 Bolivia (Republik) 41.
 Bondoworo (Java) 138.
 Bonney, T. G. 112, 164, 249, 263—265.
 Bonpland, A. 84, 130, 152.
 Bonguer, P. 70, 84, 85, 90, 100, 101, 106, 107, 108, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 151, 152, 175, 184, 230.
 Boussingault, A. 131, 144, 151, 152, 176, 184.
 Branco, W. 144.
 Bronte (Aetna) 137.
 Buena-vista, Gipfel (Quindíaña) 160, 254.
 -grande (Quindíaña) 150.
 -huaco (Quindíaña) 153.

C.

- Cabeza del Cotopaxi = Picacho, 4920 m 71,
 del Inga = Picacho (Cotopaxi) 90.
 Cabo de Gata (Spanien) 40.
 Cakuyal, Puente de — (Agachagua-Geb.) 21.
 Cáceres, R. 104, 114, 115.
 Cajas, oder: Cajas-audo, 3100 m (Mojana) 1, 21.
 Calota de S. Marcos (Tenerife) 137.
 Callo, Cerro de —, 3170 m (Cotopaxi) 76.
 . Hacienda S. Agustín de —, 3074 m (Cotopaxi) 76.
 Calpi, Yana-uru de — (Chimborazo) 237.
 Calvario, Hügel (Latacunga) 71.
 Camarinhas (S. Miguel, Azoren) 137.
 Camino de los Colorados (West-Cordillere) 111.
 Campanero, Cerro (Colombia) 237.

- Cañadas-Berge (Tenerife) 71.
 Canaballa, Loma de — (Agachagua-Geb.) 21, 52.
 Canarea, Canarische Inseln 119, 137.
 Canónico, 5355 m (Altar) 171.
 Canteria (Cuvilche) 21.
 Caps-pamba oder -uculm (Rumiñahui) 192, 242, 243.
 Caraburo, 2368 m (Quito-Mulde) 126, 127, 128, 129, 130, 131.
 Caranga (Kilimandjaro) 137.
 Cari-hual-razo, 5106 m (West-Cordillere) 173, 177, 180.
 Cari-cocha, 3711 m (Mojana) 9, 20, 49, 56.
 Carrera-nueva (Valle-vicioso) 91, 154, 155, 166, 192, 250.
 Cayambe, 5840 m (Ost-Cordillere) 3, 7, 8, 9, 12, 26, 36, 43, 45, 47, 53—54, 57, 129, 145, 172, 176, 177, 181, 189, Taf. I, 4, 5, II, 6, 8, III, 13.
 Cayumbe, Ort, 2864 m (Cayambe) 8.
 Ceballos-chupa (Sinchologau) 248, 274.
 Cerrito de Callo, 3170 m (Cotopaxi) 76.
 Cerro Altar, — del Altar, siehe: Altar.
 Cerro de Ami, 3876 m (Cotopaxi) 72, 75.
 . Asaya, 3884 m (Imbabura) 11.
 Campanero (Colombia) 237.
 Chuquirá, 4539 m (Sinchologau) 192, 249, Taf. VI, 5.
 Cunra, 3338 m (Itaburra) 12.
 Hatun-cocha, 4200 m (Valle-vicioso) 192, 249, 250.
 hermoso, 4576 m (Ost-Cordillere) 88, 173, 182, 185.
 Putzulagua 189, 211, 272.
 de S. Bartolomé, 4041 m (Mojana) 21.
 de S. Pablo = Cúsa, 4012 m 12.
 Cerros del Valle-vicioso (Ost-Cordillere) 67.
 Chacana, 4643 m (Antisana) 139.
 Chalupas, Hato, 3664 m (Quindíaña) 72.
 . Morro de —, 4304 m (Cotopaxi) 72, 77, 93, 148, 193, 230, 234, 257, 259, 260.
 . Río de — (Quindíaña) 155, 156, 158.
 Chambo, Ort, 2815 m (Riolumba-Becken) 103.
 Chanchagran, 3753 m (Escalera-Berge) 5, 6, 7.
 Changali, Ort, 2785 m (Quito-Mulde) 126, 127.
 Chaupi, Hacienda, 3365 m (Iluzia) 132, 134.
 -Berge, 3997 m 63, 65, 76, 149.

- Cherti-loma, 3906 m (Imbabura) 22
 Chile (Republik) 125
 Chillo, Thal von (Quito-Mulde) 67, 73, 127, 149, 155
 Chimborazo, 6276 m (West-Cordillere) 8, 115, 129, 145, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 184, 217
 Chiri-machai, Quebrada (Cotopaxi) 72, 77, 92, 259, 268, 269
 -volcan (Cotopaxi) 88, 92, 93, 96, 259, 262, 263, 265, 269
 -yacu (Mojanda) 10
 Chisínche, Knoten von 63
 Chorrera, La (Rio Pisque, Mojanda) 49
 del Rio Ami, 3774 m (Quilindiaña) 190, 251
 de Peguche, 2614 m (Imbabura) 21, 51
 -huato (Cotopaxi) 74
 Chotu, Rio 7
 Chuquirá, 4589 m (Sincholagua) 65, 192, 249
 Taf. VI, 5
 Churu-pinto, Hacienda, 3430 m (Cotopaxi) 271
 - Rio (Cotopaxi) 261
 Ciénaga, La, Hacienda (Oficina des Biniza) 199, 110, 114
 Cimarronas, Reventazones de las — (Cotopaxi) 94
 -volcan (Cotopaxi) 94
 Cocha-loma, 3414 m (Cavileche) 12
 Cochas, Potoso de las — (Cavileche) 21
 Cocha-qui, Ort, 2500 m (Mojanda) 10
 Cocni (Colombia) 178
 Codazzi, A. 177
 Collanca, 3896 m (Altar) 170
 Colombia (Republik) 31, 40, 177
 Condamine, Ch. M. de la 84, 85, 90, 100, 101, 109, 114, 116, 120, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 151, 175, 184
 Corazon, 4787 m (West-Cordillere) 67, 84, 126, 127, 129, 145, 171, 176, 180, 187
 Cordillera de Angochugua (West-Cordillere) 7, 12
 de Pansache (Ost-Cordillere) 148
 Cotacachi, 4906 m. (West-Cordillere) 5, 9, 145, 167, 172, 177, 180, 184, 185
 Cotopaxi, 5943 m 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72—154, 155, 157, 160, 165, 171, 172, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 187, 188, 191, 192, 193, 194, 195, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 213, 223, 224, 230, 231, 238, 261—271, 271, 272, 274
 Taf. IV, 1, 6, V, 4, VI, 3, VII, 4
 Cotopaxi-Fussgebirge 67—72, 75, 146, 154, 220, 234, 255—261, 273
 Cresta del Gallo (Imbabura) 53, 57
 Cruz, Machai de la —, 4154 m (Cayambe) 54, 57
 Cuenca, Stadt, 2581 m (Provinz Azuay) 116
 Cui-cocha, 3081 m (Cotacachi) 5
 Cuaro, 3338 m (Provinz Imbabura) 12, 21, 52
 Cuatur-bumha, Rio (Cotopaxi) 270
 Cusi-guango (Fuss des Cotopaxi) 121
 Cusin, 4012 m (Provinz Imbabura) 3, 5, 6, 7, 12, 47, 52 Taf. III, 14
 Cutuchi, Rio (Cotopaxi), 64, 69, 75, 76, 78, 105, 106, 223, 257, 258, 271
 Cabilan oder Cavillan (Valle-vecinos-Berge) 67, 91
 Cavileche, 3882 m (Provinz Imbabura) 12, 21, 51—52
- D.**
- Derrumbó (Escaleras-Berge) 225
 del Asaya (Imbabura) 51, 53
 chiquito (Sincholagua) 66, 248
 grande (Sincholagua) 66
 Desagüadero, Rio del (Mojanda) 9, 10, 20
 Diaz-chuiana, Quebrada (Cotopaxi) 74, 262
 -volcan (Cotopaxi) 92, 96, 193
 Diego-cucha, San- (Ruen-Pichincha) 168
 Dittich 56
 Dölter, G. 30, Taf. I, 5
 Dresden (Deutschland) 9
 Dressel, L. 79, 102, 153
 Dutton, C. E. 138
- E.**
- Egas, Dr. 102, 153
 Eckhead Mountains (Nordamerika) 216
 Elich, E. 217
 Escaleras-Berge (Provinz Imbabura) 5, 6, 7, 10, 26, 32, 228
 Esmark 231
 Esmeraldas, Hafen (Provinz Esmeraldas) 108
 - Rio (Provinz Esmeraldas) 64, 108, 127
 Esperanza, Stadt (Imbabura) 21, 22 Taf. III, 12

F.

- Fair head (Irland) 221.
 Fala, Loma — (Sincholagua) 66, 230, 245, 246.
 Felipe, San (Latacunga) 68, 69, 70, 230, 231, 258.
 Fenaema, R. 138.
 Fouqué, F. 16, 20, 22, 198.
 Frailejon, El. 4318 m (Imbabura) 22, 53.
 Francisco-cocha, San. 2836 m (Cavileho) 12.
 Frankfurt a. M. (Deutschland) 9.
 Frederiksværn (Norwegen) 37.
 Fritsch, K. von 71, 138.
 Fuchs, C. W. C. 102, 103, 120.
 Fuji-ao-yama = Fesjama (Japan) 8, 137, 138.
 Fuya-fuya, 4294 m. (Mojaña) 9, 10, 11, 24, 28, 45, 55, 58. Taf. I. 1. 2.

G.

- Galera, Volcan de. 4264 m (Colombia) 115.
 Gallo, Cresta del — (Imbabura) 53, 57.
 -cantana (Rumiñahui) 240.
 García-Pañana (Valle-vicioso) 250.
 Georg (Santorin) 121.
 Giardini, Prof. 140.
 Golongal. 4145 m (Mojaña) 9, 11.
 Grassi-Museum (Leipzig) 151.
 Gregory, J. W. 174.
 Greiner (Tirol) 37.
 Guagua-Pichincha. 4787 m (West-Cordillera) 15, 26, 176, 177, 180.
 Guallin-lamba, Ort. 2106 m (Quito-Mulde) 108.
 , Rio (Quito-Mulde) 7, 8, 9, 10, 11, 20, 48, 64, 111, 156.
 Guajara (Tenerife) 138.
 Guallan, Thal (Quilindaña) 157.
 Guamani, El (Ost-Cordillera) 72, 127.
 del Antisana. 4809 m (Antisana) 132.
 , Puerta del —, 3549 m (Sincholagua) 192, 247.
 Guanaitin, Hacienda. 2837 m (Putzulagua) 189.
 Guapal, Quebrada (Antisana) 67.
 Guapante, Rio (Páramo de Pisayambo) 70.
 Guápulo, Ort. (Pichincha) 231.
 Guarmi-cocha. 3727 m (Mojaña) 9, 10, 20, 50.
 Gúnyasquil, Stadt (Provinz Gunys) 109, 110, 111, 112, 116, 117, 118, 133.
 Guejina, 4100 m (Iliniza) 170.

- Gumbel, C. W. von 39, 50.
 Gunung Hijang (Java) 138.
 Idjen (Java) 138.
 Lémonnag (Java) 138.
 Ringgit (Java) 137.

H.

- Haaht, J. von 167.
 Hacienda de la Abra (Cavileho) 21.
 Baños, 3579 m (Cotopaxi) 77.
 Chuapi, 3365 m (Iliniza) 132, 134.
 Churu-pinto, 3430 m (Cotopaxi) 271.
 la (colder de la) Ciénaga (Iliniza) 109, 110, 114.
 Guanailin, 2837 m (Putzulagua) 189.
 Pansache (Cord. Pansache) 89.
 Pedregal, 3531 m (Rumiñahui) 65, 267.
 Peguche. 2556 m (Imbabura) Taf. III. 11.
 Pimintura, 3142 m (Chillo-Thal) 67.
 San Agustín de Cullio. 3074 m (Cotopaxi) 76.
 (Hato) del Valle-vicioso, 3608 m 67, 165.
 Hall, F. 151, 152, 176, 184, 185.
 Hann, J. 130, 183.
 Hartung, G. 71, 138.
 Hatch, F. H. 40, 41, 42.
 Hato del Valle-vicioso, 3608 m 67, 156.
 Hatun-cocha, Cerro (Valle-vicioso) 192, 249, 250.
 -taqui, Ort. 2407 m (Provinz Imbabura) 51.
 Hauteville, P. 197, 221.
 Hawaii (Sandwich-Inseln) 124, 125, 142.
 Herz, R. 15, 26, 35, 200.
 Hettner, A. 178.
 Hijang, Gunung (Java) 138.
 Hübel, L. von 65, 66, 174.
 Haddon, El. 3303 m (Imbabura) 53.
 Guejina, 4396 m (Iliniza) 170.
 de Huerta-sacha. 4198 m (Iliniza) 170.
 Pansaga (Rumiñahui) 243.
 de Quilla-tura, 4366 m (Iliniza) 170.
 del Rio blanco, 3935 m (Quilindaña) 192.
 Kumi-pungu. 4192 m (Iliniza) 170.
 Horno-loma, Ovejera, 3784 m (Cotopaxi) 67, 69, 74, 132, 137, 255, 266, 267.
 Huerta-sacha, Hondon de, 4198 m (Iliniza) 170.

Humboldt, A. von 63, 64, 70, 71, 73, 75, 84, 85, 86, 89, 90, 93, 94, 100, 102, 103, 104, 108, 116, 120, 123, 125, 130, 131, 144, 145, 151, 152, 153, 169, 175, 176, 177, 179, 183, 184, 193, 213, 230, 231, 233, 270.

Hussuck, E. 30, Taf. I 5.

Hyland, J. Sh. 29, 35.

I.

Ibarra-Becken 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 45, 145, 156.

, Stadt 4, 5, 11, 12, 21, 116.

Idjen, Gunung (Java) 138.

Ilué (Quito-Mulde) 3161 m 136.

Ilizca, 5305 m (West-Cordillere) 50, 67, 69, 84, 127, 129, 145, 169, 170, 171, 177, 180, siehe auch: Nachrichten.

Imamu, 2632 m (Imbabura) 21, 22, 51, Taf. III, 11.

, Quebrada de (Imbabura) 53.

Imbabura, 4582 m 3, 4, 5, 7, 11, 12, 20, 21, 23, 50-51, 52-53, 54, 57, Taf. II 7, 10; III 11.

, Hochebene von, siehe: Ibarra-Becken.

, Provinz 7.

Inca-Insel (Provinz Esmeraldas) 127.

-Ioma, 4082 m (Cotopaxi) 68, 74, 91, 231, 255, 256, 260, 273.

, Quebrada (Cotopaxi) 212, 230.

-pirea, Quebrada de (Cotopaxi) 68, 74.

, Rio (Zufluss des Rio Esmeraldas) 127.

Iaco, Rio (zw. Antisana und Sincholunga) 67, 247, 248, 274.

Island 125, 142.

Islay (Küstendünnpfer) 112.

J.

Juramilla, Quebrada de Agua longa de (Imbabura) 21, 51, Taf. III 11.

Java (Niederlnd. Indien) 137, 138.

Jerga- oder Yerga-churana, 4100 (Quillindaja) 159.

Johnston, Sir 11, 175.

Juan, J. 99, 101, 128, 151, 152, siehe auch: Berichtigungen.

Judd, J. W. 221.

K.

Kupoeran (Java) 137.

Karsten, H. 93, 100, 102, 107, 120, 144, 151, 153.

Kenia (Afrika) 65, 174.

Kibo (Afrika) 174, 175.

Kilauea (Sandwich-Inseln) 9.

Kilimandjaro (Afrika) 29, 137, 138, 162, siehe auch: Nachrichten.

Kivu-Vulkane, siehe: Nachrichten.

Klantzsch, A. 217, 231, 237.

Klein, C. 3, 16.

Klenzel, F. 179.

Köln (Deutschland) 9.

Koin Tjing (Java) 138.

Kolberg, J. 116, 153.

Kuch, R. 31, 34, 35, 36, 40, 195, 223, 247.

L.

Lagoa do Fogo (Azoren) 137.

Lugorio, A. 31, 32, 34, 35, 36, 39.

Laguna de San Pablo, 2697 m (Prov. Imbabura) 7, 21, 51.

Luppant, A. de 124.

Lassalle, A. von 40, 138.

Latacunga, Cordillere von (Ost-Cordillere) 155.

, Hochebene von, siehe: -Mulde.

, Mulde 118, 145, 149.

, Provinz 110.

, Stadt, 2801 m. 68, 69, 70, 97, 101, 105, 106, 107, 110, 111, 116, 117, 155, 177, 180, 212, 230, 231, 257, 258, 272.

Leipzig (Deutschland) 151.

Limpio-pungu, 3888 m (Cotopaxi) 73, 74, 75, 90, 91, 92, 154, 261, 265.

-cocha, 3888 m (Cotopaxi) 74.

Llactagunga = Latacunga 231.

Llangana (West-Cordillere) 231.

Llanganates, Cerro hermoso de los, 4576 m 88, 173, 182, 185.

Llano de Tiliche, 3755 m (Rumiñahui) 192, 230, 240.

Llave-pungu, 3430 m. (Cotopaxi) 74, 108, 264, VII 4.

Loma Bercha (Cotopaxi) 77.

de Canamballa, 2372 m (Prov. Imbabura) 21, 52.

Loma Fala (Siacholagan) 66, 230, 245, 246.
 Rumi-punga, 4672 m (Cayambe) 54.
 de Salazar (Valle-Vieloso) 249.
 de San Agustín (Quilindña) 251.

M.

Machachi, Taubos, 2953 m (Corazon) 11, 112.
 Machani de la Cruz, 4154 m (Cayambe) 54, 57.
 Mackinder, H. J. 174.
 Madoera (Niederländ. Indien) 138.
 Maëza, Marquis de 109, 114.
 Magdalena, Hacienda, 2702 m (Prov. Imbabura)
21, 22.

Malchingui, Ort. 2878 m (Mojaunda) 21, 49, 50.
 Manta, Hafen (Westküste Ecuador) 112.

Munzana-huaino (Cotopaxi) 76, 88, 93, 95,
123, 141, 271.

-volcan (Cotopaxi) 94, 95, 96, 141, 263.

Markham, C. 93.

Martínez, A. 102, 129, 130, 153, 171.

Martinique (Westindien) 36.

Matterhorn (Schweiz) 72, 158, 165, 186.

Mauna Loa (Hawaii) 138.

Muwenzi (Afrika) 174, 175.

Merapi, Gunung (Java) 137.

Meyer, H. 128, 162, 171, 174, siehe auch: Be-
 richtigungen.

Miguel, San. Berge (Mojaunda) 20.

Minas, Quebrada de las (Cotopaxi) 90, 93, 94,
 , Volcan oder Reventazon de las (Cotopaxi)
90, 93, 94, 96, 99, 123.

Mira, Rio (Grenzfluss gegen Colombia) 6, 7, 156.

Mojaunda, 4294 m 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12,
20, 21, 45, 48, 48—50, 55, 56, 58, 108,
111, 156, Taf. I, 1, 2, 3.

Moore, J. E. S., siehe: Nachträge.

Morro = M. de Chimlupas, 4304 m (Cotopaxi)
72, 71, 93, 148, 193, 230, 234, 257,
259, 260.

Mount Rainier (Nordamerika) 165.

Mozo-Pichincha 177.

Muchana-rumi (Cotopaxi) 93.

Mudadero, Quebrada (Cotopaxi) 74, 267, 268.

Mulaló, Ort. 3039 m (Cotopaxi) 89, 105, 106,
107, 109, 110, 112, 121, 257, Taf. IV, 6.

Mulmul, 3836 m (Iguala) 126.

München (Deutschland) 9.

Mutadero, siehe Mudadero.

Mayum-cuchu = Baños, 3579 m (Cotopaxi)
27.

Mey-arcu, Gletscher (Cayambe) 54, Taf. I, 4;
 II, 6, 8.

N.

Napo, Ort (Amazonas-Gebiet) 107.

, Rio (Zufluss des Amazonas) 145, 155.

Naumann, F. 215.

Neapel (Italien) 139.

Nigun-, Ort (Rio Esmeraldas) 127.

Nordamerika 165.

Nudo, Cajas —, 3059 m (Mojaunda) 21.

de Tiupullo, 3604 m (Rumiñahui) 63.

O.

Obispo, 5404 m (Altar) 171.

Olalla, Ort (Quito-Mulde) 104, 114, 120.

Orten, J. 153.

Ossun, A. 40.

Otavalo, Ort 2501 m (Prov. Imbabura) 10.

Oton, Rio (Rumiñahui) 240.

P.

Palma (Camaren) 65, 137, 138.

Pamba-marca, 4093 m (Ost-Cordillere) 8, 121.

Panunga (Rumiñahui) 192, 243.

Panecillo, 3050 m (Quito) 116.

Pan-sache, Hacienda (Cord. Pan-sache) 89.

, Cordillere de (Ost-Cordillere) 148.

Pausatili, Quebrada (Cotopaxi) 267.

Papa-llacta, Ort. 3156 m (Amazonas-Gebiet)
111.

Parco-yaco, Rio (Paschoa) 238.

Páramo de Beliche (Nortgrenze von Ecuador)
5, 6, 7.

Partsch, J. 164, 185.

Paschoa, 4256 m 63, 64, 65, 66, 67, 73, 74,
108, 147, 148, 150, 164, 191, 195, 203,
224, 237—239, 267, Taf. V, 3.

Pastaza, Rio (Zufluss des Amazonas) 64, 78,
106, 145, 156.

Pasto, Stadt, 2544 m (Colombia) 101, 102,
115, 116.

Pasasas, 3711 m (Altar) 170.

Pedregal, Hacienda, 3551 m (Rumiñahui) 65,
92, 267.

, Páramo de — (Paschoa) 267.

- Pedregal, Río (Cotopaxi) [67](#), [73](#), [74](#).
 Peguche, Caldera de (Imbabura) [22](#), [51](#).
 Chorrera de (Imbabura) [21](#), [51](#).
 Hacienda. 2556 m (Imbabura) III. [11](#).
 Penck, A. [164](#), [165](#), [185](#).
 Perez, F. [177](#).
 Pergamon, Hügel (Klein-Asien) [228](#).
 Peru, Republik [11](#), [126](#).
 Peruco, Ort. 1800 m (Mojaunda) [10](#), [11](#), [111](#).
 Perugache, Thal (Escalera-Berge) [228](#).
 Petersen, J. [40](#).
 Pfaff, F. [75](#).
 Pfeiffer, L. [102](#).
 Picacho. 4920 m (Cotopaxi) [71](#), [72](#), [73](#), [77](#),
 [88](#), [89](#), [90](#), [93](#), [124](#), [139](#), [144](#), [146](#), [149](#),
 [150](#), [155](#), [171](#), [193](#), [260](#), [261](#), [270](#).
 Taf. IV. L.
 Pichincha (West-Cordillere) [66](#), [127](#), [168](#), [241](#).
 Provinz L.
 Gangus-. 4787 m (West-Cord.) [15](#), [26](#),
 [176](#), [177](#), [180](#).
 Moxo-. [177](#).
 Rucu-. 4737 m (West-Cord.) [129](#), [167](#),
 [168](#), [169](#), [171](#), [175](#), [176](#), [177](#), [180](#), [185](#),
 [187](#).
 Pichu-pichu (Perú) [40](#), [42](#).
 Pico (Azoren) [8](#), [137](#).
 de la Cruz (Palma, Canaren) [137](#).
 Piedras, Quebrada de las (Imbabura) [51](#).
 Pillaro, Ort. 2817 m (Cord. de Pillaro) [70](#).
 Piñan, 4556 m (West-Cord.) [6](#).
 Pinantura, Hacienda, 3142 m (Chillo-Thal) [67](#).
 Pintac, Ort. 2910 m (Chillo-Thal) [127](#).
 Pisque, Río (S. Fms des Mojaunda) [10](#), [40](#).
 -Thal [5](#).
 Pita, Río (Cotopaxi und Quito-Mulde) [73](#), [74](#),
 [108](#), [111](#), [156](#), Taf. VII. 4.
 Piura, Hafen (Perú) [116](#).
 Planchas, Las, 3547 m (Cotopaxi) [75](#), [76](#).
 Plata, La. Stadt. 1016 m (Colombia) [116](#).
 Plaza de Armas, 3892 m (Valle-vicioso) [192](#),
 [250](#).
 Popayan (Colombia) [101](#).
 Potrero de las Cochis, 3414 m (Cuvileho) [21](#).
 Potrerillos, 4166 m (Sincholagua) [66](#).
 grande (Cotopaxi) [93](#).
 Quebrada (Putzulagua) [189](#).
 -volcan (Cotopaxi) [93](#), [96](#).
 Predicador (Carrera nueva, Valle-vicioso) [259](#).
 Preñadillas (Imbabura) [21](#), [51](#).
 Preñado del Pedregal (Insochus) [255](#), [267](#).
 Proaño, Quebrada (Cotopaxi) [74](#).
 Pura-alipa (Sincholagua) [66](#), [192](#), [249](#).
 -huaco (Osteite des Cotopaxi) [72](#), [77](#), [78](#),
 [93](#).
 (Westseite des Cotopaxi) [76](#), [88](#), [93](#), [95](#),
 [128](#), [141](#), [271](#).
 (Quilindaña) [157](#).
 -volcan (Osteite des Cotopaxi) [83](#), [93](#),
 [95](#), [263](#), [269](#), [270](#).
 Puellaro, Ort. (Mojaunda) [45](#), [55](#).
 Puente de Cabuyal (Angochagua-Geb.) [21](#).
 de Turu. 1728 m (Mojaunda) [20](#), [48](#).
 Puerta de Guamaní, 3549 m (Sincholagua)
 [192](#), [247](#).
 Pujili, Ort. 3061 m (Cord. de Guangaño) [69](#).
 Pululagua, 3319 m (West-Cordillere) [15](#), [26](#).
 Pallarima, Yeguariza de - (Sincholagua) [247](#).
 Puma-rucu-volcan (Cotopaxi) [94](#).
 -cunchi, Río (Ilmiza) [69](#), [70](#).
 -nen (Cotopaxi) [69](#), [78](#), [90](#), [93](#).
 -volcan (Cotopaxi) [93](#), [94](#), [96](#).
 -uyen = Puma-uen (Cotopaxi) [91](#).
 Punalau (Hawaii) [138](#).
 Punta Loma, 4130 m (Quilindaña) [192](#), [251](#).
 rasen (Tenerife) [138](#).
 Purgatorio (Cotopaxi) [69](#).
 Putzulagua (Ost-Cordillere) [189](#), [211](#), [272](#).
 Q.
 Quebrada de Agua larga de Jaramilla
 (Imbabura) [21](#), [51](#), III. [11](#).
 Chiri-machai (Cotopaxi) [77](#), [259](#), [268](#), [269](#).
 Diaz-chaiuanu (Cotopaxi) [74](#).
 grande (Cuvileho) [21](#).
 Guapal (Río Inco, Antisana) [67](#).
 do Human (Imbabura) [53](#).
 Inca-loma (Cotopaxi) [212](#), [230](#).
 de Inca-pirca (Cotopaxi) [68](#), [74](#).
 de las Minas (Cotopaxi) [90](#), [93](#), [91](#).
 Mudadero (Cotopaxi) [74](#).
 do Pansatili (Cotopaxi) [267](#).
 de las Piedras (Imbabura) [51](#).
 Potrorilloa (Putzulagua) [189](#).
 Proaño (Cotopaxi) [74](#).
 Pura-huaco (Osteite des Cotopaxi) [77](#), [78](#).

Quebrada Puen-huaco (Westseite des Cotopaxi) 76, 88, 93, 95, 128, 141.

Puata-Loma (Quilindaña) 251.

Quiñar (Sincholigua) 192, 248.

Rumi-pungu (Quilindaña) 192, 251, Taf. IV, 5.

Salitre (Cotopaxi) 74.

seca (Inababura) 20, 22, 51, 53, Taf. II, 10.

Tambo-yacu (Cotopaxi) 78.

Tasintia (Cotopaxi) 255.

de Tauri-pamba (Cotopaxi) 74, 266.

Uchi-rumi-pungu (Quilindaña) Taf. VI, 1.

do Yana-sacha (Cotopaxi) 74, 252, 255.

Quezala (besser: Guejala), 4100 m (Iliziza) 170.

Quiñar, Quebrada (Sincholigua) 192, 248.

Quilindaña (Ost-Cord.) 63, 64, 66, 67, 71, 72,

97, 129, 149, 150, 154—167, 168, 170,

174, 174, 175, 181, 186, 187, 191, 192,

206, 213, 217, 224, 233, 235, 251—255,

273, Taf. IV, 2; V, 2, 5; VI, 1, 2; VII, 1;

siehe auch: Nachträge.

Quilindusi, siehe: Nachträge.

Quilla-tura, Hondou, 4366 m (Iliziza) 170.

Quilotoa, 4010 m (West-Cord.) 155.

Quisaya (Mojanada) 111.

Quito, Becken, Hochebene, Mulde 5, 7, 8, 10,

63, 64, 73, 74, 97, 98, 108, 118, 145,

149, 156.

, Stadt, 2850 m (Pichincha) 64, 67, 79, 89,

99, 101, 110, 111, 112, 116, 117, 130,

132, 175, 178, 179.

R.

Rath, G. vom 39, 45.

Ratzel, F. 179, 183.

Rainier, Mount (Nordamerika) 165.

Reclus, E. 154.

Reiss, W. 3, 4, 9, 31, 63, 67, 80, 82, 85, 87,

90, 95, 100, 102, 120, 124, 129, 130,

132, 134, 135, 138, 144, 152, 153, 169,

175, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 189,

191, 193, 195, 200, 217, 223, 228, 230,

231, 237, 241.

Reventazon de las Minas (Cotopaxi) 91, 93,

94, 123.

Reventazonas de las Cimarronas (Cotopaxi)

94.

Richter, E. 179, 186, 187.

Riechthofen, F. von 164.

Rinconada, La (Angochagun-Geb.) 21, 52.

, (Mojanada) 9.

Ringgit, Gunung (Java) 137.

Rio Aláques (Cotopaxi) 69, 77, 89, 200, 267,

270, Taf. IV, 6; V, 4.

Amazonas 61.

Ambi (Prov. Imbabura) 7.

Ami (Quilindaña) 71, 92, 151, 160, 251.

blanco (Prov. Imbabura) 7.

, (Quilindaña) 157, 162, 192, 254.

de los Baños (Cotopaxi) 89.

Barrancas (Cotopaxi) 89.

de Chalupas (Quilindaña) 155, 158.

Chiri-yacu (Mojanada) 10.

Chota (Prov. Imbabura) 7.

Chura-pinto (Cotopaxi) 261.

Cuntur-bamba (Cotopaxi) 270.

Cutuchi (Cotopaxi) 64, 69, 75, 76, 78, 105,

106, 229, 257, 271.

del Desagüero (Mojanada) 9, 10, 20.

Esmeraldas (Prov. Imbabura) 64, 108, 127.

grande (Ramifalme) 240.

de Guachalá (Cayambe) 8.

Guillabumbura (Quito-Mulde) 7, 9, 10, 11,

20, 48, 64, 111, 156.

Guapante (Páramo de Pisyanambo) 70.

Hondon (Quilindaña) 192.

Iaca (Zufluss des Esmeraldas) 127.

Inca-loma (Cotopaxi) 212, 239.

Iseo (Antisana) 67, 247, 248, 274.

Mira (Hauptzufluss des Esmeraldas) 6, 7, 156.

Napo (Zufluss des Amazonas) 78, 155.

Negro (Zufluss des Amazonas) 90.

Oton (Ramifalme) 240.

Parco-yacu (Pasochon) 238.

Pastaza (Zufluss des Amazonas) 64, 78, 156.

Pedregal (Cotopaxi) 67, 73, 74.

Pisque (Mojanada) 10, 40.

Pita (Cotopaxi und Quito-Mulde) 73, 74, 92,

108, 111, 156, Taf. VII, 4.

Puma-cunchi (Iliziza) 69, 70.

Sambache (Pasochon) 195, 235, 238.

Saquinálag (Cotopaxi) 60.

Taguando (Prov. Imbabura) 7.

Tambo-yacu (Valle-vicioso) 67, 69, 250.

Toachi (West-Cordillere) 155.

Yucas, Süd von Latuncu (Ost-Cordillere)

272.

Rio del Valle-vicioso (Quilindaña) 155, 156, 158.
 Rio-bamba, Becken, Hochland 103, 145.
 , Stadt, 2798 m 109, 172.
 Riposto (Aetna) 137.
 Rocca Moufina (Italien) 9.
 Rodriguez, M. 66.
 Rose, G. 197, 231.
 Rosenbusch, H. 24, 30, 32, 34, 39, 227, 273.
 Ruca-Pichincha, 4737 m (West-Cord.) 129, 167, 168, 169, 171, 175, 176, 177, 180, 186.
 Rudolph, F. 39, 41, 42.
 Rumi-corral (Cotopaxi) 265.
 Rumiñahui, 4757 m (Ost-Cord.) 63, 64—65, 66, 67, 74, 75, 76, 93, 97, 105, 108, 124, 147, 148, 149, 150, 151, 171, 191, 194, 203, 204, 212, 213, 218, 224, 225, 226, 227, 228, 236, 239—243, 275.
 Rumi-paagu = Rumi-nucu (Quilindaña) 157.
 , Hondon, 4129 m (Hinzu) 170.
 , Loma, 4672 m (Cayambe) 64.
 , Quebrada (Quilindaña) 185, 254, Taf. IV. 5.
 -nucu (Quilindaña) 157, 160.
 -nucu (Cotopaxi) 73.
 Russel, County (Nordamerika) 37.
 Russell, J. C. 158, 165, 169, 175.
 Ruwenzori (Afrika) 175.
 S.
 Sacha-cucha (Rumiñahui) 243.
 Salazar, Loma de (Cotopaxi) 69, 249.
 Salitre, Ovejuna, 3775 m (Cotopaxi) 67, 71, 258.
 , Quebrada (Cotopaxi) 74.
 Salto-pamba, 3784 m (Cotopaxi) 74.
 Sambache, Fluss (Cotopaxi) 196, 235, 238.
 San Agustín de Callo, Hacienda, 3074 m (Cotopaxi) 70.
 , Loma de (Quilindaña) 159, 251.
 Andres (Palma, Canaren) 137.
 Antonia, Ort. 2378 m (Imbabura) 51.
 Bartolomé, 4041 m (Mojanda) 21.
 Diego-cucha, 4182 m (Ruca-Pichincha) 168.
 Felipe (Latacunga) 68, 69, 70, 230, 231, 236.
 Francisco-cocha, 2836 m (Cavilhe) 12.
 Miguel-Berge (Mojanda) 20.
 Pabla, Ort. 2726 m (Prov. Imbabura) 10, 11.
 , Cerro de — = Cusin, 4012 m (Prov. Imbabura) 12.

San Pablo, Laguna de — = S. Pablo-cocha, 2697 m (Imbabura) 7, 12, 21, 51.
 Roque, 3865 m (Mojanda) 20.
 Saudeval, A. 106.
 Saugay, 5323 m (Ost-Cord.) 9, 114, 117, 120, 172, 179, 182.
 Santana de, Tiquillo (Champi-Berge) 270.
 Santa Doménica (Cotopaxi) 69.
 Santa Marta (Angochagua-Geb.) 21, 52.
 Santamarta, Sierra nevada de — (Colombia) 178.
 Santo Domingo, 3977 m (Mojanda) 20, 49, 56.
 , (Sincholaqua) 192, 247.
 Santoria (Griechenland) 121.
 Saquimilag, Río (Cotopaxi) 69.
 Sara-nucu (Ost-Cord.) 88, 173, 181, 184.
 Sarrade, F. 133.
 Sartorius-Lasaulx 138.
 Schmarda, L. K. 189, siehe auch: Nachträge.
 Schwarze, G. 175.
 Seethaler Alpen (Alpen) 186.
 Sete Cidades (S. Miguel, Azoren) 137.
 Siemiradzki, J. 39.
 Sierra del Cabo de Gata (Spanien) 40.
 nevada de Santamarta (Colombia) 178.
 Sievera, W. 154, 178.
 Sigsi-lama-hualco (Quilindaña) 158.
 Sincholaqua, 4988 m (Ost-Cord.) 63, 65—67, 71, 72, 74, 92, 97, 105, 108, 113, 135, 139, 147, 148, 149, 150, 154, 167, 168, 181, 186, 187, 191, 192, 200, 204, 205, 216, 220, 224, 225, 226, 230, 232, 236, 244—249, 274, Taf. IV. 3, 4; V. 1; VI. 5; VII. 2, 8.
 Skelligs ridge (Nordamerika) 216.
 Snarum (Norwegen) 37.
 Sodiro, L. 89, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 121, 122, 124, 130, 152, 153.
 Somma (Vesuv) 8, 72, 140, 144, 146, 149, 150.
 Stromboli (Liparische Inseln) 137, 138.
 Stübel, A. 3, 4, 31, 42, 64, 65, 67, 68, 72, 79, 81, 84, 87, 88, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 102, 105, 116, 119, 130, 132, 133, 134, 135, 142, 145, 146, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 175, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 186, 189.

195, 200, 217, 223, 228, 231, 237, 241.
 siehe auch: Berichtigungen.
 Subashiri (Japan) 137.
 Suni-hunico (Cotopaxi) 90.

T.

Taguando. Rio (Prov. Imbabura) 7.
 Tahoma (Mt. Rainier. Nordamerika) 158, 165, 175.
 Taladro (Sinchelagua) 67, 247.
 Tanguarin (Imbabura) 51.
 Tani-cuchi. Ort (Cotopaxi) 109, 110.
 Tanlagua. Ort (Mojanda) 10.
 Tambo-yacu. Rio oder Quebrada (Valle-vecioso) 67, 69, 78, 92, 249, 250, 269.
 Taruga-corrail-Gletscher. 4134 m (Caynahu) 54.
 -puñuna-hunico-volcan (Cotopaxi) 94.
 Tasintin. Quebrada (Cotopaxi) 255.
 Tauri-pamba. 4029 m (Cotopaxi) 88, 236, 237, 240, 266.
 . Quebrada de — (Cotopaxi) 74, 266.
 -volcan (Cotopaxi) 91, 92, 96, 262, 266, 270.
 Teiki. Graf 66, 174.
 Tenerife (Canaren) 71, 138.
 Teyde (Canaren) 137.
 . Fussgebirge (Canaren) 138.
 Thielmann. M. von 68, 72, 73, 74, 75, 81, 84, 85, 131, 152, 153, 179.
 Tilliche. Llano de —, 3755 m (Rumiñahui) 192, 249.
 Tingui-cocha. 3183 m (Cavilche) 21.
 Tisisicho. 4241 m (Ilmiza) 136.
 Tinpuillo. 3150 m (Champi-Berge) 112.
 . Nudo de —, 3004 m (Champi-Berge) 63, 64.
 . Santana de (Champi-Berge) 270.
 Tomaso. Ort. 3261 m (Ilmiza) 110.
 Toache. Rio (West-Cordillera) 155.
 Tolima (Colombia) 197.
 Torre del Greco (Vesuv) 137, 139.
 Toruno-hunico. 4040 m (Quilindaña) 157, 159, 160, 161, 162, 167, 192, 251, 252, 253.
 Taf. IV, 2; VI, 2; VII, 1.
 Troya. R. 95, 96, 151, 154.
 Truckee Cañon (Nordamerika) 201.
 Tulcan. Ort. 2977 m (Prov. Imbabura) 6, 26, 32.

Tuuguragua. 5087 m (Ost-Cord.) 80, 106, 129, 145, 172, 182.

Tura. Puente de —. 1728 m (Mojanda) 48.

U.

Uchi-rumi-punga (Quilindaña) 158.
 Ulloa. A. de 99, 101, 128, 151, 152. siehe auch: Berichtigungen.
 Urcu-cui. 4457 m (Antisana) 72.
 Uchbu (Kaukasus) 186.

V.

Valle-vecioso (Ost-Cord.) 77, 90, 92, 97, 105, 136, 149, 205, 224, 249—250.
 . Cerros del — (Ost-Cord.) 67, 192.
 . Hacienda oder Hato del —. 3608 m 67, 156, 161.
 . Rio de — (Ost-Cord.) 155, 156, 158.
 Velasco, J. de 101, 120, 152.
 Ventanillas (Sinchelagua) 245.
 Verbeek, D. M. 138.
 Verde-cocha (Quilindaña) 157, 162.
 -cucha (Quilindaña) 162.
 . 3910 m (Rucu-Pichincha) 168.
 Vesuv (Italien) 8, 99, 104, 120, 125, 137, 138, 139, 140, 142, 159.
 Victoria Nyansa, siehe: Nachträge.
 Villaviecasio, M. 102, 120, 153.
 Vogelsang. H. 20.

W.

Wagner, M. 72, 84, 87, 88, 99, 102, 135, 144, 145, 152, 153, 177, 184, 194.
 Washington. H. S. 38.
 Whymper, E. 69, 74, 82, 84, 85, 90, 102, 105, 112, 114, 115, 116, 129, 139, 132, 133, 134, 135, 151, 152, 154, 172, 181, 182, 183, 249, 263, 265.
 Winslow. Dr. 153.
 Wolf. Th. 3, 4, 45, 64, 65, 67, 68, 71, 72, 74, 80, 81, 85, 86, 87, 91, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 116, 120, 121, 122, 123, 124, 133, 145, 152, 153, 154, 183, 189.

Y.

Yaguar-cocha. 2253 m (Angochagua-Geb.) 52.

- Yahuil. 4166 m (Sincholagua) 66, 167, 192, 200, 216, 226, 227, 230, 244, 245, 246, Taf. IV, 3, 4; VII, 2, 3.
- Yana-corral. 4288 m (Cayambue) 45, 47, 54, 57, Taf. III, 4.
- Yana-sacha. Quebrada de — (Cotopaxi) 74, 262, 265, 274.
- volcan (Cotopaxi) 88, 90, 91, 92, 261, 264, Taf. III, 3.
- Sincholagua, 4506 m (Sincholagua) 65.
- urcu, 4085 m (Mojanda) 20, 49, de Calpi (Chimborazo) 237.
- Yanta-hata, ca. 4290 m (Cotopaxi) 259, 268.
- Yarnqui. Ort, 2595 m (Quito-Mulde) 127.
- Yeguarizo de Pullurima, ca. 3300 m (Sincholagua) 247.
- Yergu-churana, 4100 m (Quilindaña) 159, 254, 255.
- Yonug, A. 92, 152, 160, 191.
- Yuchas, Rio. Süd von Latacunga (Ostcordillere) 272.
- Yurac-cocha, 4076 m (Quilindaña) 157, 162, -huairo (Quilindaña) 157.

Z

- Zirkel, F. 29, 31, 32, 34, 35, 38, 41, 201, 216.
- Žujović, J. M. 197.
- Zumbalica, Ort (bei Quito) 231.

IV.

Sach-Verzeichnis.¹⁾

A.

- Abbildungen des Cotopaxi 73, 74, 75, 85, 90,
151, 152, 153, 154, Nachträge.
des Pascocha 61.
des Quilindain 159, 168, 175.
des Rumihahui 64.
des Sincholagua 65.
des grossen durch Avenidas bewegten Strimes
am Cotopaxi 105.
des Wolkenmeeres zwischen beiden Cor-
dillern 119.
Abgerundete Enden des Feldspathes in P. A. 269.
Feldspathe in B. A. P. A. 254.
Feldspathien-erenglinge in P. A. 241, 268.
Pyroxene in P. A. 238, 244, 271.
Abgeschliffene Felsen am Kraterrand des Coto-
paxi 80.
Abkühlender Einfluss der Schneeberge. 187.
Ablagerungsart des Bimssteins von S. Felipe 70.
Ablenkung der Wasserläufe durch Inca-Inca.
Nordseite des Cotopaxi 74.
Ablösungen. Abstürze im Krater des Cotopaxi 82.
Abnahme der Firnfelder in Folge der Gletscher-
erosion 165.
Abnahme der centralen Masse der Berge in Folge
der Gletschererosion 165.
der vulkanischen Kräfte, nach Wagner und
Stübel 145, 146.
Abschwächung der Schallwellen beim Eintritt in
dichtere Theile der Atmosphäre 118.
Abschmelzung der Gletscher bei Vertiefung der
Gletscherbetten 174.
Absolute und relative Höhen, siehe: Höhe.
Absonderung perlitische, in entaxitischem B. A.
256.
des Glases in Bimssteinen der B. A. 256.
des Grundmassen-Glases in A. B. A.
268.
der Grundmasse der B. A. 257.
plattenförmige, eines A. P. A. 246.
eines Basaltganges 243.
des P. A. 251.
am Salband eines P. A.-Ganges 238.
säulenförmige, in Bomben des P. A. 271.
des P. A. 49.
Abstürzen der Lavenströme am steilen, oberen
Abhange des Kegels 104.
Abweichungen vom Altiqes-Typus 254.

¹⁾ Abkürzungen bei den Gesteinsnamen:

A = Andesit, B = Feldspath-Basalt, D = Dazit, A. A. = Amphibol-Andesit, P. A. = Pyroxen-
Andesit, A. P. A. = Amphibol-Pyroxen-Andesit, B. A. = Blotit-Andesit u. s. w.

bei den Feldspatharten:

Al = Albit, An = Anorthit, And = Andesin, B = Bytownit, Lab = Labradorit, O = Ortho-
klas, Ol = Oligoklas, S = Sanidin.

Ähnlichkeit der Formen des Chimborazo und Kibo 174.
 des Sinchologans und Kenia 65.
 des Sinchologans und Quindiana 167.
 des Putzalagans-Gesteins mit den Einschlüssen vom Sinchologans-Gipfel 272.
 Ältere Hugel bei Salitre, Cotopaxi 71.
 Afrikanische Vulkane. Vergleich mit den Vulkanen Erlands 174.
 Agglomerate, siehe auch: Schlackenagglomerate, am Pasco 64, 191, 239.
 am Pico de los Cotopaxi 71, 269.
 am Sinchologans 66.
 Akademiker, französische 70, 84, 85, 90, 100, 101, 106, 107, 108, 109, 114, 116, 120, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 154, 159, 175, 176, 184.
 siehe auch: Bouguer und LaCondumine.
 Albius-Typus 219, 220, 230, 253, 254, 255, 256, 257, 261.
 Albit 15, 23, 48.
 , als dünner Überzug der Feldspathe 23, 48.
 Ab₂ An₇ in A. P. A. 17, 18, 19, 21, 22.
 in P. A. 17, 18, 20—21, 21.
 Ab₂ An₇ bis Ab₂ An₈ in A. A. 19, 22.
 in A. P. A. 18, 22.
 in P. A. 17, 18, 19, 20, 21, 22.
 Albit-Lamellierung 16, 198.
 in Zwilling 199.
 Albit-Gesetz, Feldspat-Zwillinge nach dem — 15, 54, 58, 59, 198, 199, 254, 265, Taf. V. 4.
 mit Karlsbader Zwilling verachsen 199.
 Abtreiche Glieder der Plagioklasreihe, Spaltung nach OP und oo P & 200.
 Alte vulkanische Unterlage des Cotopaxi 144.
 Alter der vulkanischen Ausbrüche in Erlands 144.
 der Basalte von S. Felipe 231.
 des Cotopaxi-Kegels 143—144.
 des räumlichen Feldspates der Hauptwerke 221.
 des Hypersthen, jünger als Augit 217.
 der Tridymite in den Hauptwerken 221.
 Amphibol (Hornblende) 13, 14, 26—44, 50, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 193, 195, 201, 202, 203, 213—215, 220, 223, 224, 230, 232, 233, 234, 235, 245, 246, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, Taf. I. 1, 2, 3, 4, 5; II. 6, 7, 8, 9, 10; III. 10a, 11, 12, 13, 14; IV. 4.
 Amphibol in A. A. 232.
 in A. P. A. 57, 246, 249, 251, 252, 253, 261.
 in B. A. 224, 230, 232, 255.
 in B. A. P. A. 249.
 in B. P. A. 253.
 in P. A. 52, 233, 261.
 in Einschlüssen in A. A. 223, Taf. VII. 1.
 in A. B. A. 258.
 in A. P. A. 223, 252, 257.
 in Grundmasse der A. A. 54, 58.
 der A. B. A. 258.
 der A. P. A. 57.
 der P. A. 52, 270.
 in Hauptwerken der B. A. P. A. 254.
 untergeordneter Bestandtheil 220.
 mit Einschlüssen von Apatit 26.
 Feldspat 214.
 Pyroxen 202, 214.
 Einsprenglinge in A. A. 53, 54, 57.
 in A. D. 58.
 in A. P. A. 57, 246, 250, 261, 270.
 in B. A. 230, 234.
 in P. A. 50.
 , zweiter Generation 43.
 , Krysallinrisse, selten 213.
 , magnetische Einwirkungen, Resorptionsrand, Zerfall 27—44, 50, 51, 57, 58, 59, 60, 201, 203, 214—215, 233, 245, 246, 248, 250, 252, 259, 260, 261, 262, 270, Taf. I. 1, 2, 3, 4, 5; II. 6, 7, 8, 9, 10; III. 10a, 11, 12, 13, 14; IV. 4.
 im Zustand der Resorption in Gesteinen mit Feldspat, deren Randzonen Grundmassentheile enthalten 201.
 mit Resorptionshaufen 245, 248, 250, 262.
 mit Rand von Erzausscheidungen 251.
 , Umwandlung in Augit, siehe auch: magnetische Einwirkung 27—44, 51, 57, 60, Taf. II. 6, 8; III. 13, 14.
 , unersetzter Kern in Verbindung mit Augit und Feldspat 270.

Amphibol, unzersetzter, in Bimsstein [213](#).
 . Verwachsungen mit Feldspath [214](#).
 . mit Hypersthen [214](#), [253](#).
 . mit Pyroxen [214](#).
 mit anhaftenden Schuppenhauten von Tridymit [196](#).
 mit schwarzem Rand in A. P. A. [252](#).
 . Zwillinge [214](#), siehe auch: Zwillinge.
 . statt Biotit im Gestein des Morro [230](#).
 . geringer Anteil am Aufbau der A. A. [53](#).
 . fehlt in den reinen P. A. [224](#).
 . fehlt in den neueren Cotopaxi-Laven [193](#).
 . nimmt mit dem Anorthitgehalt der Feldspathe zu, im B. A. [232](#).
 . durch das Vorkommen des Amphibols unterscheidet sich der A. P. A. vom P. A. [233](#).
 . bräunlich-grauflüßiger, in A. D. [59](#).
 . grüner [26](#).
 . in Grundmasse des A. B. A. [258](#).
 . in A. P. A. [252](#), [253](#), [270](#).
 . in H. A. [257](#).
 . in basischem P. A. [268](#).
 Amphibol-Andesit (Hornblende-Andesit) [92](#), [21](#),
[38](#), [39](#), [40](#), [42](#), [47](#), [52](#)–[54](#), [57](#), [58](#),
[92](#), [190](#), [192](#), [193](#), [195](#), [219](#), [220](#), [232](#),
 bis [234](#), [250](#), [255](#), Taf. II. [7](#), [10](#),
 III. [10a](#).
 tritt nur untergeordnet auf [224](#).
 vom Fuss der Carrera nueva [192](#).
 vom Cotopaxi-Kegel [192](#).
 vom Fussgebirge des Cotopaxi [193](#).
 vom Quilindagua [190](#), [255](#), Taf. VII. [1](#), [2](#), [3](#).
 vom Sincholagua [230](#), [232](#).
 von den Valle-vecinos-Bergen [250](#).
 . Analysen 51–58.
 vom P. A. zu trennen? Zirkel, Gumbel,
 Lasaulx, Hatch, Küch, Rudolph, Elich
 38–43.
 als Bombe [54](#).
 den Daciten nahestehend [55](#).
 spezifisch leichter als P. A. [33](#).
 angitführend [54](#).
 führt Apatit [45](#), [219](#).
 führt Glimmer [45](#).
 ausnahmsweise olivführend [219](#).
 führt Quarz [45](#).
 führt Tridymit [195](#).

Amphibol-Andesit unter B. A. am Sincholagua
[230](#).
 Amphibol-Biotit-Andesit [190](#), [192](#), [211](#), [255](#), [258](#),
 der obsidianführenden Tuff-Formation [211](#),
[258](#).
 vom Quilindagua [190](#).
 vom Sincholagua [192](#).
 Amphibol-Biotit-Pyroxen-Andesit [198](#), [255](#), [258](#),
 der obsidianführenden Tuff-Formation [255](#),
[258](#).
 vom Quilindagua [255](#).
 vom Sincholagua [198](#), [221](#), Taf. VI. [5](#), [6](#),
 mit Zwillingen nach dem Bavensgr-Gesetz
[198](#).
 Amphibol-Dacit vom Mojanda [11](#), [55](#), 58–60.
 Taf. I. [1](#), [2](#).
 . Analysen 58–60.
 Amphibol-Pyroxen-Andesit [14](#), [36](#), 54–55, [68](#),
[146](#), [192](#), [193](#), [204](#), [245](#), [246](#), [248](#),
[210](#), [211](#), [224](#), 232–234, [246](#), [249](#),
[250](#), [251](#), 252–253, 256–257, [259](#),
 260–261, [264](#), 270–271, [273](#), [274](#).
 vom Cotopaxi-Kegel [193](#), [264](#), 270–271,
[274](#).
 . von A. von Humboldt gesammelt [193](#).
 . neue Laven [264](#).
 der obsidianführenden Tuff-Formation [68](#),
 256–257.
 der Picacho-Formation [71](#), [146](#), [208](#), [210](#),
[250](#), [260](#), Taf. IV. [1](#).
 vom Quilindagua [192](#), [245](#), [233](#), 252–253,
[273](#), Taf. IV. [2](#).
 . Verbindungsglied zwischen P. A. und
 B. A. [233](#).
 vom Sincholagua 204–205, [246](#), [249](#), [274](#),
 von den Valle-vecinos-Bergen [192](#), [265](#), [265](#),
[270](#).
 . Analysen [57](#).
 eng an A. A. anschliessend [54](#).
 gliedert sich in saure und basische Typen
[224](#).
 bildet keine Reihe [232](#).
 mit Amphibol-reichem Einschluss [233](#).
 wird am Sincholagua von B. P. A. über-
 lagert. [246](#).
 Amphibolreicher Bimsstein der A. P. A. [270](#).
 Amphitexter [163](#).
 -artige Thäler [166](#).

- Analysen, chemische 56, 57, 58, 59, 227, 228, 242, 243, 248, 252, 256, 258, 264, 272, 273, 274, 275.
- des A. A. 57—58.
- des A. D. 58—59.
- des A. P. A. 57, 264, 273, 274.
- des B. A. 256, 258, 273.
- des B. D. 242.
- des D. 277, 278.
- des Einschlusses in A. P. A. 252.
- des F. B. 243, 275.
- des P. A. 56, 248.
- Berechnung der — 273—275.
- Anblick des Cotopaxi von der Ostseite 77.
- von der Westseite 74—75.
- Andesin 18, 19, 22, 23, 200, 203, 204, 205, 206, 208, 211, 225, 244, 255, 267.
- in A. A. 19, 22.
- in A. P. A. 18, 22, 205, 208.
- in B. A. 208, 211, 255.
- in B. A. P. A. 206.
- in F. B. 203.
- in P. A. 18, 22, 204, 214, 267.
- bis Byt.-Lab. in A. P. A. 210.
- bis Lab.-And. in P. A. 207.
- bis Lab.-Byt. in A. P. A. 206.
- And.-Lab. 204, 205, 207, 208, 209, 210, 211, 245, 246, 256.
- in A. B. P. A. 204, 211.
- in B. A. 208, 256.
- in D. 204, 246.
- in P. A. 205, 207, 209, 210, 245.
- äußere Zone des Labradorits in P. A. 245.
- bis And.-Ol. in D. 226.
- in P. A. 247.
- bis Lab. in P. A. 204, 205, 209.
- bis Lab.-Byt. in P. A. 202, 211.
- And.-Ol. 19, 22, 200, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 210, 211, 229, 231, 235, 246, 251, 253, 255, 257, 258, 272.
- in A. A. 19, 22.
- in A. B. A. 211, 258.
- in A. B. P. A. 206.
- in A. P. A. 206, 251, 253.
- in B. A. 208, 210, 211, 229, 231, 255, 257, 272.
- in B. D. 203.
- in B. P. A. 205, 246.
- in D. 246.
- And.-Ol. in P. A. 204, 205, 206, 207, 235, 255.
- Rand um den Lab.-Byt.-Kern eines zonalen Plagioklases 202.
- bis And.-Lab. in P. A. 207.
- bis Lab. in P. A. 244.
- bis Lab.-And. in A. P. A. 211.
- in B. A. 211, 256.
- in Einschluss im P. A. 245.
- Andesit, siehe auch: die verschiedenen Andesit-Varietäten 20, 42.
- Eintheilung nach den Feldspathen nicht möglich 22, 23.
- Eintheilung nach den Pyroxenen nicht möglich 225.
- vorherrschend in der Cotopaxi-Gruppe 224.
- in basischem A. sind die Grundmasseneinschlüsse in den Feldspathen gleichmäßig verteilt 201.
- basische, führen selten Apatit.
- stark basische, führen Olivin. 44, 219.
- Andesit-Quellkuppe, Cerrito de Callo 76.
- Andesitvarietät, eisenarme 225.
- Andesitische Grundmasse der D. 55.
- Anfangsformen des Cotopaxi-Kegels unbekannt 147.
- Angegriffene Feldspathe in P. A. Taf. IV. 5.
- Anhäufung, fleckenweise, der Feldspathleisten in A. B. P. A. 255.
- mikroskopische, von Quarzsilichen in Drusen des D. 194.
- Anlagerung einer feinen, scharf getrennten Zone um einfachen Feldspatkorn 200.
- Annahmen über Ausdehnung und Höhe des Cotopaxi-Fussgebirges. 139.
- über die Menge des in historischer Zeit am Cotopaxi geförderten Materials 142.
- bis 143.
- bei Berechnung des Alters des Cotopaxi-Kegels 142—144.
- der Masse des Cotopaxi-Kegels 139 bis 140.
- der Masse eines Lavastroms 141.
- Anordnung der Ausbruchspunkte bedingt mit der Form vulkanischer Berge 168.
- der Einschlüsse im Apatit in A. P. A. 259.
- der Feldspathe und Amphibole in Grundmasse des lamprophyrischen Einschlusses in A. B. A. 258.

Anordnung der Blasen in B. A. 258,
 , radial-strahlige, der Einschlüsse im Quarz
194.

Anorthit 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 188, 203,
204, 208, 209, 211, 246,
 in A. P. A. 18, 19, 22, 204, 246,
 in P. A. 18, 21, 203, 208, 209, 211,
 bis And.-Ol. in P. A. 234,
 bis Byt.-Lab. in P. A. 263,
 bis Lab.-Byt. in basischem P. A. 234, 263,
269.

An.-Alb. in A. P. A. 18, 22,
 in B. 236,
 Grundmassenfeldspathe der D. 48,
 An.-Alb. An₂ in A. A. 19, 22,
 in A. P. A. 18, 22,
 in P. A. 17, 20, 21,
 An.-And. in A. A. 19, 22,
 An.-Byt. in A. P. A. 268,
 in B. 237,
 in P. A. 209, 211, 236, 271.

An.-Lab. in A. A. 19, 22,
 in A. P. A. 269,
 in P. A. 269.

Anorthitgehalt der Feldspathe, siehe auch: Kalk-
 gehalt 200, 232, 240, 241, 243, 244,
251, 254, 268, 272,
 in A. P. A. 251,
 in B. 243,
 in B. A. 272,
 in B. D. 241,
 in P. A. 240, 244, 251, 254,
 des Feldspaths bedingt Zunahme des Amphibols
 in B. A. 232,
 des angelegten Mantels, grösser als im Kern,
230,
 des Plagioklases in P. A. 268.

Anordnungsreihe der Plagioklasreihe mit
 gut entwickelter Spaltung nach OP und
 ∞ P ∞ 203.

Anschwellen des Rio Cutuchi bei Ausbrüchen
 des Cotopaxi 106,
 des Rio Esauvaldas beim Cotopaxi-Aus-
 bruch 1877 108,
 des Rio Napo bei Ausbrüchen des Cotopaxi
107.

Ansichten A. von Humboldts, Boussingaults,
 Karstens, Wagners, Wolfs, Stübels

über die Entstehung der vulkanischen
 Gebirge Ecuador 144—146,
 Ansichten von Wolf und Sodiro über den Lava-
 Ausbruch von 1877, 121.

Auszahl der neuen Lavaströme am Cotopaxi 98,
 Aynti 24, 25, 45, 212, 219, 221, 225, 236, 239,
232, 233, 235, 241, 246, 247, 249,
250, 252, 253, 255, 256, 257, 258,
259, 260, 261, 267, 271, Taf. V. 4.

in Amphibol 26,
 in Biotit 212, 219,
 in Feldspath 24, 219, 246,
 in Haufwerken in P. A. 250, 267,
 in Hypersthen 219,
 in Magnetit 253, Taf. V. 1,
 in Olivin 219,
 in Pyroxen 25, 240,
 in Resorptionshaufen des A. P. A. 261,
 in A. A. 232, 250,
 in A. B. A. 258,
 in A. P. A. 233, 246, 252, 253, 259, 260,
261,
 in B. A. 229, 255, 256, 257, 258,
 in Grundmasse des B. A. 230,
 in H. A. P. A. 249,
 in Kalkstein des B. P. A. 253,
 in Grundmasse des B. D. 241,
 in Dazit 236,
 in P. A. 238, 247, 249, 255, 263, 267,
271,
 in pyroxenreichem Andesit 219,
 am wenigsten selten in basischem P. A. 235,
 untergeordneter Bestandteil der Haufwerke
221,
 auf Magnetit 219, 249, 267, Taf. V. 1,
 in Magnetit eindringend 250,
 gesellt sich gern zu Magnetit 219,
 selten in den neuesten Laven 225,
 , bräunliche Schattirung 219.

Arenales (Aschenfelder) am Cayambe 2,
 an der Ostseite des Cotopaxi 78,
 Asche, frischgefallene, verschwindet rasch auf
 dem Schnee des Cotopaxi 86, 87,
 Aschenablagerungen auf den Gletschern und
 Schneefeldern des Cotopaxi 86,
 , Geringfügigkeit beim Ausbruch des Coto-
 paxi von 1877, nach Sodiro 112,
 Aschenanhäufungen am Sangay 114.

Aschenausbrüche des Cotopaxi 83, 101—103, 109—113.
 vom Jahre 1744 109.
 1768 109—110.
 1856 189.
 1877 110—113.
 1880 83.
 Aschenanwurf bei Cotopaxi-Ausbrüchen 86 bis 87, 103, 104, 111, 114, 125, 140.
 . vermehrt, bezeichnet den Beginn grosser Eruptionen 103, 104.
 führt die Dampfsäule 125.
 überdeckt den Schnee- und Eismantel des Berges 86—87.
 verbreitet die Asche bis übers Meer 140.
 charakteristisch für den Ausbruch von 1877 114.
 fand 1877 auch während des Austrittes der Lavn statt 111.
 Aschenbedeckung erschwert die Bestimmung der Schneegrenze am Cotopaxi 87.
 der alten Gehirgsteile an der Südseite des Cotopaxi 77.
 Aschenregen, Ausdehnung bei Cotopaxi-Ausbrüchen 109—110, 111—112.
 Aschenschichten an der Nordseite des Cotopaxi 74.
 an der Westseite des Cotopaxi 76.
 an der Ostseite des Cotopaxi 78.
 in den Thälern nahe dem Pincho, Südseite des Cotopaxi 77.
 im Schnee des Cotopaxi mit den Jahresringen eines Baumes zu vergleichen 86.
 bedecken die Gletscherenden am Cotopaxi und Sangay 179.
 Aschen- und Dampfsäule, siehe auch: Dampfsäule.
 Dauer des Aufstiegs bei Cotopaxi-Ausbruch 115.
 Höhe bei Cotopaxi Ausbruch 114—116.
 beim Ausbruch des Galern (Paso) 115.
 Aschenwolke durch die Winde verführt, 125.
 Atmosphäriten, Einwirkung auf vulkanische Berge 165.
 Aufbau, stenglig-faseriger, der Augit- und Hypersthen-Einsprenglinge weist auf Entstehung aus Amphibol, in A. A. 58.
 Aufbereitung der Quarzthaler nach Wagner 145.
 Aufeinanderfolge der Ausbrüche bedingt mit die Gestalt der vulkanischen Berge 168.

Auflösung der Wolken beim Ueberschreiten der interanlinen Räume 118.
 Aufschlüsse in den Quebradas der Südseite des Cotopaxi 76.
 . nur in geringer Zahl am Quilindaña 159.
 am Sincholagua 66.
 Aufschüttung der vulkanischen Berge Ecuadors nach Wolf 145.
 des Cotopaxi 146—149.
 des Quilindaña 166.
 kann Berge von allen möglichen Formen erzeugen 150.
 Aufschüttungsmaterial bedingt mit die Form vulkanischer Berge 168.
 Aufstauung der Laven am flacheren Gehänge des Cotopaxi 104.
 Auftreten der verschiedenen Gesteinsarten in der Cotopaxi-Gruppe 224.
 der D. aus Rumiñahui 225—226.
 Aufzählung der neuen z. Th. historischen Laveströme des Cotopaxi 90—97.
 Aufzeichnungen des Geistlichen Cáceres, 104.
 Augit, siehe: Pyroxen.
 Augitauge, Haufwerke 51, 220.
 wohl durch Resorption entstanden 222.
 Aureolenartige Concretionen von Feldspathemikroolithen 50.
 Ausbau des Cotopaxi bis zur Uberschüttung der benachbarten Vulkanberge 148—149.
 Ausbrüche des Cotopaxi, siehe auch: Aschenanwurf, Aschen- und Dampfsäule, Gesteine, Schlammströme u. s. w.
 Verlauf 103—125.
 Zusammenstellung der bekannten — 101 bis 102.
 zwischen 1534 und 1742 unbekannt 103.
 von 1742 bis 1744 97, 99, 100, 101, 103, 105, 106, 109, 114, 116, 120, 131.
 von 1768 97, 102, 103, 109, 110, 119.
 von 1803 116.
 von 1853 94, 97, 99, 100, 102, 106, 108, 116, 141, 142.
 von 1877 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110—114, 114—115, 116, 120, 121—124, 125, 133, 134, 147.
 von 1878 und 1880 102.
 sind stets von kurzer Dauer 104, 125.

- Ausbrüche des Cotopaxi, kleinere, zwischen den grossen Eruptionen 103.
 , bleiben meist unbeachtet 98.
 meist durch Fremde beschrieben 98.
 bei welchen glühende Lava beobachtet wurde 120.
 des Cotopaxi Lava von 1877 121.
 von 1877 haben keine wirklichen Lavaströme geliefert 123.
 von 1743–1744 haben den Krater erweitert 131.
 von 1742–1872 haben den Berg um 130 Meter erhöht 132.
 von 1877 haben keine wesentliche Erhöhung bewirkt 134.
 von 1853 vermehrten den Rauminhalt des Berges um $\frac{1}{100}$ Kubikkilometer 142.
 haben in historischer Zeit etwa 10mal so viel Material geliefert, wie der Ausbruch von 1853 142.
 finden aus dem Gipfelkrater statt 80, 99, 147.
 , seitliche 99–100.
 , wechselnde Thätigkeit 103.
 verglichen mit den Ausbrüchen des Vesuvius und auf Hawaii 125.
 Ausbrüche am Westfuss des Cotopaxi 76.
 , seitliche, am Quilindaña 166.
 , erste in Ecuador, um das Vieltfache älter, als die des Cotopaxi 144.
 finden in Ecuador bereits in der unterpleistocänen Zeit statt 144.
 , heutige, sollen, nach Wagner und Stübel, nur schwache Ueberreste früherer grösserer Thätigkeit sein 144.
 , wie sie heute noch stattfinden, bauten die Vulkangruppe der Cotopaxi-Berge allmählich auf 148.
 Ausbruch-berge am Imbabura 12.
 Ausbruchsentruen der Cotopaxi-Gruppe gegenwärtig wieder an der ursprünglichen Stelle 150.
 Ausbruchskegel Muy-ureu 12.
 , deren Ausbrüche aus dem Gipfelkrater erfolgen 172.
 Ausbruchsmassen des Cotopaxi-Kegels mussten die Thäler des Fussgebirges ausfüllen 147.
 Ausbruchsmaterial, welches durch Aschenauswürfe und Schlammströme verführt wird, entzieht sich jeder Berechnung 140.
 Ausbruchsmündung im Cotopaxi-Krater 83.
 Ausbruchspunkte wechseln ihre Lage 150.
 , haben in der Cotopaxi-Gruppe mehrfach ihre Lage geändert 150.
 , seitliche, scheinen am Cotopaxi zu fehlen 147.
 Ausbruchsthätigkeit des Cotopaxi in den 350 Jahren historischer Zeit, als mittlere Thätigkeit angenommen 143.
 Ausdehnung des Chiri-machai-volcan 92, 93.
 des Diaz-chaniama-volcan 92.
 des Manzana-anaico-volcan 94.
 des Puna-huico-volcan 93.
 des Puna-ucu-volcan 93.
 des Tauri-pamba-volcan 91.
 des Yuna-sacha-volcan 90.
 der neuen Laven des Cotopaxi 99.
 der Gletscher am Cotopaxi, oft schwer zu bestimmen 87.
 der früheren Gletscher am Quilindaña 162.
 der Verfinsternung bei Ausbrüchen des Cotopaxi 110, 111.
 der Ascheregen beim Ausbruch des Cotopaxi 1877 111, 112.
 der Lavaklumpen-Felder beim Ausbruch des Cotopaxi 1877 123.
 des Cotopaxi-Kegels gegen Osten 77, 78.
 gegen Norden 74.
 gegen Süden 77.
 gegen Westen 76.
 Ausfüllung der Thäler des Fussgebirges durch die Ausbruchsmassen des Cotopaxi-Kegels 147.
 des Oberlaufes der alten Thäler, welche den Quilindaña umgeben 156.
 Ausläufer des Sincholungua gegen Osten = Cerros del Valle Viejo 67.
 Auslöschung der Schallwellen, bei Ausbrüchen des Cotopaxi 119.
 Ausscheidungen, ältere, treten als Einschlüsse auf:
 , makroskopisch sichtbar 222–223.
 , makroskopisch nicht sichtbar 220–222.
 Aussehen des Cotopaxi nach frischem Schneefall 87.

Aussehen des neuen Lavaströmes von Manzanahuco 94.
 Ausseingehänge des Altar 170.
 des Pasochua 64.
 des Rumijahui 65.
 Auswurf glühender Lavaklumpen am Cotopaxi 120.
 glühender Lavaklumpen auf Santorin 121.
 Auswurfing von A. P. A. 246.
 von P. A. 266.
 Auswurfmassen des Cotopaxi. Verteilung derselben 114.
 Avenidas, siehe: Schlammströme.

B.

Barometrische Anomalien 133.
 Basen für die trigonometrischen Höhenbestimmungen des Cotopaxi 127, 129, 131.
 von Reiss, abhängig von der Annahme für die Höhe von Quito 131.
 Bestimmungen der Cotopaxi-Höhe, zu gross in Folge der hohen Lufttemperaturen 133, 134.
 Höhenmessungen, stark beeinflusst von der halben Summe der Lufttemperaturen 133—134.
 , beeinflusst von den Tageszeiten 133.
 Messung des Cotopaxi durch Whympel 132 bis 134.
 des Cotopaxi-Gipfels, beeinflusst durch die Temperaturannahme für Guayaquil 133.
 des Südwest-Gipfels des Cotopaxi 134.
 Hartartige Gebilde vom Albit in den Feldspathen der Grundmasse 48.
 Basalt, Feldspath-Basalt 30, 189, 191, 192, 195, 201, 203, 204, 205, 219, 224, 236 bis 237, 239, 242—243, 248, 275, Taf. V, 1.
 vom Cerro Campanero in Colombia 237.
 vom Pasochua 238, 239.
 vom Putzalagna 189.
 vom Rumijahui 191, 192, 203, 211, 236, 239, 242—243, 275.
 vom Sincholagna 192, 205, 237, 248, Taf. V, 1.
 vom Yana-wen de Calpi 237.
 führt Olivin 219.
 olivienreich 237.

Basalt führt hier und da Tridymit 195.
 tritt an einzelnen Bergen der Cotopaxi-Gruppe häufig auf 224.
 , die Grundmasseneinschlüsse sind in den Feldspathen gleichmässig verteilt 201.
 Basaltartige Basis in P. A. 267.
 Grundmasse einzelner P. A. 242, 254.
 P. A. vom Rumijahui 240.
 vom Sincholagna 247.
 von den Valle-vecino-Bergen 249.
 , Gänge bildend am Pasochua 191, 238, 239.
 Basaltartiger Charakter der älteren Cotopaxi-Laven 193.
 der neuesten Cotopaxi-Laven 236—237.
 der P. A. 245, 265.
 Basis, Grundfläche des Aetna 137.
 des Cotopaxi 135—136, 137.
 in 4000 m Höhe 134.
 des Fuji-no-yama 137.
 des Gunung Hijang 138.
 Idjen 138.
 Lénouang 138.
 Meraui 137.
 Ringgit 137.
 des Kilimandjaro 137.
 der Lagon do Fogo-Berge 137.
 des Mauna Loa 138.
 des Caldera-Gebirges von Palma 137.
 des Pico (Azoren) 137.
 des Sete Cidades-Gebirges 137.
 des Stromboli 137.
 des Teyde 137.
 des Teyde-Fussgebirges 138.
 des Vesuv 137.
 Basis der Einschlüsse in A. P. A. 252.
 der Grundmasse der A. A. 53.
 der P. A. 50, 262.
 von braunem Glas, in P. A. 268.
 , glasige, in A. D. 59.
 , globulitisch gekörntelt, in P. A. 51.
 , basaltartige, in P. A. 267.
 , mikrolithisch entglaste, in A. P. A. 57.
 -Gesetz, Verhalten der Schnitte beim — 200.
 -Zwillinge des Feldspaths 15.
 Basischer Feldspath in P. A. 268.
 in P. A. am Sincholagna 247, 265, 268.

Hau. innerer. des Quilindaja 159—160. [106](#),
 , der vulkanischen Berge begünstigt das
 Rückwärtsinschneiden der Gletscher
[106](#),
 Bäume der Westcordillere, zerbrochen unter der
 Last der vom Cotopaxi ausgeworfenen
 Asche [110](#), [112](#),
 Bavenoir-Zwillinge [15](#), [118](#),
 Becken von Barra 4—8,
 , interandine [4](#),
 Berechnung des Alters des Cotopaxi [142](#)—[144](#),
 des Alters des Cotopaxi, ohne Berücksich-
 tigung der Verluste durch die Schlamm-
 fluten [143](#),
 des Alters des Cotopaxi, unfechtbar, aber
 doch nützlich [143](#),
 der Gesteinsanalysen 273—275,
 der Masse des Manzana-humico-Lavastromes
[141](#)—[142](#),
 der beim Ausbruch des Cotopaxi 1877 ge-
 bildeten Schlammströme [107](#),
 der mittleren Neigung des Cotopaxi-Kegels
[126](#),
 des Rammantantes des Cotopaxi-Kegels [139](#),
 der Schnee- und Eismassen des Cotopaxi [89](#),
 der von den Ausbrüchen des Cotopaxi her-
 rührenden Gesteinsmassen giebt un-
 genaue Resultate [140](#),
 der beim Ausbruch 1877 vom Cotopaxi
 herabgeführten Eismassen [107](#),
 der 1877 durch die Schlammströme vom Co-
 topaxi herabgeführten Schlammmassen,
 wie P. Sodro sie ausführt, giebt wohl
 ein zu hohes Resultat [107](#),
 der durch die Brücke von Baños geführten
 Schlammströme, beim Ausbruch des
 Cotopaxi in 1877 [107](#),
 Berggelänge am Iliziza, wie abgehobelt [169](#),
 Berggräben, dreieckige, zwischen den Gletscher-
 thälern, am Quilindaja 166—167,
 , strebepfeilerartige, am Iliziza [169](#),
 Bericht des Herrn Sandoval über den Schlamm-
 strom von 1877 [106](#),
 Berichte über den Ausbruch des Cotopaxi von
 1877 [110](#),
 Bewaldung der Caldera des Pascocha [64](#),
 der Caldera des Sinchologun [66](#),
 Bild, gutes, des Verlaufs der Schneegrenze [170](#),

Bildung der Hauffwerke erfordert besondere Druck-
 und Temperaturverhältnisse [221](#),
 , secundäre, von Quarz in Daciten [194](#),
 Bimsstein der A. P. A. [233](#), [270](#),
 der B. A. [103](#), 229—231, [255](#), [256](#), [257](#),
[258](#),
 der Humboldt'schen Sammlung hat Aehn-
 lichkeit mit B. A. [234](#),
 der P. A. [245](#), [263](#), [261](#),
 der obsidianführenden Tuff-Formation [255](#)
 bis [258](#),
 , sehr ähnlich dem Bimsstein von S. Fe-
 lipe [68](#), [255](#), [257](#),
 vom Cayambe [28](#),
 von S. Felipe de Latacunga [193](#), 230—231,
 , südliches Auftreten der obsidian-
 führenden Tuff-Formation [69](#),
 , zum B. A. gehörig [230](#),
 , roserother, von Calvario bei Latacunga [70](#),
 , weisser, am Tauri-pamba-volcan [91](#),
 , bei Ausbrüchen des Cotopaxi [109](#),
 , weisslicher, in dunkler Schlacke von P. A.
[270](#),
 Bimsstein-Ablagerung am Calvario-Hügel [70](#),
 an der Nordseite des Cotopaxi [68](#), [69](#), [146](#),
 an der Südseite des Cotopaxi 68—69, [77](#),
[146](#),
 am Rio Guapante [70](#),
 Bimssteinbrüche von S. Felipe, nach Bouguer und
 A. von Humboldt [70](#),
 Bimssteinmaterial, Auswurfsprodukt des Cotopaxi
 1877 [113](#),
 Bimssteintuffe in senkrechten Schichten bei Inca-
 loma [68](#),
 Bimssteinartige Auflockerung der Grundmasse [47](#),
 Ausbildung der A. A. [54](#),
 Blöcke, sind kein Lavastrom [123](#),
 P. A. [268](#),
 Biotit, siehe auch: Glimmer [30](#), [31](#), 36—37, [45](#),
[55](#), [212](#), [213](#), [219](#), [220](#), [227](#), [230](#),
[231](#), [233](#), [235](#), [241](#), [245](#), [246](#), [249](#),
[250](#), [252](#), [253](#), [254](#), [255](#), [256](#), [257](#),
[258](#), [259](#), [264](#), [272](#),
 in A. P. A. häufig [233](#), [252](#), [254](#), [264](#),
 in B. A. [230](#), [231](#), [255](#), [256](#), [257](#), [258](#), [272](#),
 in B. A. P. A. [249](#), [254](#),
 in B. P. A., wenig [246](#), [253](#),
 in D. [55](#), [227](#),

Biotit in sauren P. A. 235, 251
 in Einschlüssen im P. A. 259
 in Haufwerken im B. A. P. A. 254
 in Grundmasse der A. B. A. 258
 der B. A. 257
 der Einschlüsse im P. A. 245
 untergeordneter Bestandteil der Haufwerke 220
 fehlt in den reinen P. A. 224
 Einschlüsse im — 212, 219
 umschliesst oft Apatit 219
 magmatische Corrosion, Resorption 30
212, 213, 245
 künstlich hergestellte 36—37
 Umwandlung 212, 213, 241
 in Chlorit 213
 pleochroitischer, gehört einer späteren Erstarrungsperiode an 212
 fehlt in den neueren Cotopaxi-Laven 103
 Biotit-Andesit 68, 146, 189, 193, 195, 198, 200, 208, 210, 211, 219, 224, 229—232, 255—256, 257—258, 272, 273
 vom Fassegebirge des Cotopaxi 68, 146, 193, 208, 210, 211, 230, 232, 255—256, 257, 258
 vom Putzalagua 189, 211, 272
 vom Quilindña 232
 vom Sincholagua 230, 232
 von S. Felipe de Latacunga 103
 Aliques-Typus 220
 des Aliques-Typus führt Apatit 219
 führt Zirkon 220
 enthält vielleicht Smektit in der Grundmasse 198
 basische, führt zuweilen Tridymit 195
 saure, führen selten Tridymit 195
 von basischer Beschaffenheit 231
 der sauren Reihe 200
 treten nur untergeordnet auf 224
 bilden das saure Ende der Andesitreihe 224
 Biotit-Amphibol-Pyroxen-Andesit 206, 249, 254
 vom Quilindña 206, 254
 vom Sincholagua 249
 Biotit-Dazit vom Ramihahni 206, 241—242
 Biotit-Pyroxen-Andesit 205, 246, 253
 vom Quilindña 205
 vom Sincholagua 205, 246
 überlagert einen A. P. A. am Sincholagua 246

Biotitreihe, der — gehört der Glimmer der A. und D. an 45
 Biotitschuppen in B. A. 257, 272
 Biotit-Zwillinge in B. A. 230
 Blasen in Basensteinen der B. A. 258
 in P. A. 249
 langgezogene, in A. P. A. 256
 in B. 248
 schlauchartige, in P. A. 247
 Blitz und Donner beim Ausbruch des Cotopaxi 1877 113
 Blocklavaström im Innern des Cotopaxi-Kraters 81
 Blöcke, grosse, durch die Schlammströme des Cotopaxi fortgeführt 92—93, 105
 Bomben, vulkanische 9, 54, 66, 92, 109, 113, 125, 225, 271
 vom Cayambe 9
 vom Cotopaxi 92, 109, 113, 125
 im Schlammstrom des Diaz-chains-volcan 94
 in Schlackenschichten am Sincholagua 66
 aus A. A. bestehend 54
 aus P. A. bestehend 271
 mit vitrophyrisch ausgebildeter Grundmasse 225
 Braunides, siehe: Getöse,
 der Vulkane, kein unterirdische Getöse 117
 Brauneisen-Ausscheidungen in den verwitterten Ängten der Grundmasse 46
 in Olivin 44
 Brausen, dampfes, erzeugt durch die heftig strömenden Schlammströme 124
 Breccien bei Santa Doménica, Cotopaxi 69
 Breite des Cotopaxi-Kegels muss, mit Auswachsen in die Höhe, ebenfalls zunehmen 148
 des Kraterandes des Cotopaxi 80
 des Manzana-luzico-Lavastromes 95, 141
 Bruch der P. A. 49, 51
 , mangeliger, der B. A. 257
 , der P. A. 249, 244, 263, 265
 Bruchstücke von Pingiklas in P. A. 261
 Brücken, fortgerissen durch die Schlammströme des Cotopaxi 106
 Bytownit 18, 19, 22, 203, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 250
 in A. A. 19, 22, 240
 in A. P. A. 205, 208

- Bytownit in B. [235](#),
 in P. A. [203](#), [205](#), [207](#), [208](#), [221](#), [210](#), [211](#),
 bis Ak. in A. P. A. [18](#), [22](#),
 bis And. [19](#), [22](#),
 bis And.-Lab. in P. A. [263](#),
 bis And.-Ol. in B. A. [258](#),
 in A. P. A. [231](#),
 in P. A. [251](#),
 bis Byt.-Lab. in P. A. [251](#), [253](#),
 bis Lab. in A. A. [232](#),
 in A. B. P. A. [214](#),
 in A. P. A. [205](#), [206](#), [207](#), [208](#), [256](#),
 in B. [211](#),
 in P. A. [203](#), [204](#), [205](#), [206](#), [207](#), [208](#),
[209](#), [210](#), [211](#), [238](#), [240](#), [242](#), [245](#),
[247](#), [248](#), [250](#), [252](#), [255](#), [256](#), [257](#),
[258](#), [259](#),
 , Einsprengling in P. A. [238](#), [256](#), [257](#),
 in Randzonen der Feldspathe der P. A. [271](#),
 bis Lab.-Byt. in B. [239](#), [248](#),
 in P. A. [235](#), [241](#), [263](#), [271](#),
 in Grundmasse der P. A. [270](#),
 bis Ol. in A. A. [19](#), [22](#),
 bis Ol.-And. ist die Mischungsreihe der Feldspathe in den Laven. [138](#),
 Byt.-Lab. bis And. in Grundmasse der P. A. [269](#),
 bis And.-Lab. in Randzone bis And. in A. P. A. [261](#),
 in P. A. [255](#),
 bis And.-Ol. in A. P. A. [264](#),
 bis Lab. in P. A. [260](#), [271](#),
 bis Lab.-And. in P. A. [238](#), [252](#), [257](#), [271](#),
 bis Lab.-Byt. in A. P. A. [249](#),
 in D. [227](#),
 in P. A. [244](#), [250](#).

C.

- Calcit. siehe: Carbonate, Kalkspath.
 in B. D. [242](#),
 Calciumcarbonat, Dissociationsprodukt [35](#),
 tritt als Zersetzungsprodukt des Olivins auf [218](#),
 Caldera, Definition [163](#),
 des Cusin [12](#),
 des Pascehou [61](#),
 des Rumiñahui [65](#),
 Caldera des Rumiñahui verglichen mit der Caldera von Patate [65](#),
 des Sinchulunga [66](#), [167](#),
 Cablen-artige Erweiterung der Quilindua-Thäler [157](#),
 von Ami-lunico, mit alten Mörnern [161](#),
 Thäler [165](#),
 , Definition [164](#),
 Causalum-Schichten über den Basenstein von S. Felipe [69](#),
 Carbonate, siehe auch: Kalkspath,
 als Umwandlungsprodukte des Olivins [218](#),
 , wohl aus Olivin, in D. [227](#),
 aus Olivin, in B. [239](#), [243](#),
 aus Pyroxen, in P. A. [240](#), [247](#),
 , sphärolithisch ausgebildet, in P. A. [247](#),
 Centralpyramide des Quilindua, zu steil für grosse Fierfelder [161](#),
 Chalcedon in P. A. [195](#),
 Charakter, porphyrischer, der P. A. [51](#),
 Chemische Analysen, siehe: Analysen,
 Einwirkung des Magmas auf Amphibol [32](#),
 Natur des Feldspates der Grundmasse [48](#),
 Unterscheidung von Opaet und Magnetit [33](#),
 Veränderung beim Zerfall der Hornblende [32](#),
 Chiriquimul-volcan, siehe: Lavaströme, neue, des Cotopaxi,
 Chloride im Krater des Cotopaxi [79](#),
 Chlorit [202](#), [212](#), [213](#), [218](#), [226](#), [227](#), [241](#), [242](#),
 optisches Verhalten [218](#),
 in B. D. [242](#),
 in Feldspath [202](#), [211](#),
 aus Biotit [212](#), [213](#), [226](#), [241](#),
 aus Olivin [218](#), [226](#), [227](#),
 Chloritartige Zersetzungsprodukte, wohl aus Olivin [240](#),
 Chlorwasserstoff-Dämpfe im Krater des Cotopaxi [81](#), [82](#),
 Chronik der Cotopaxi-Ausbrüche ist Rückenluft [18](#),
 Cirken [166](#),
 Cirkusartige Thäler [166](#),
 Classification der Amphibol- und Pyroxen-Ande-site [43](#), [53](#), [54](#),
 Concretionen von Feldspathmikrolithen in P. A. [20](#),
 , nadelartige, in der Grundmasse [41](#),
 , feinst-kristallinische, erzeugen gelecktes Aussehen der Grundmasse [47](#),
 Corrodire Einschlüsse in A. B. A. [208](#),

Corrosion, siehe: magmatische Corrosion, Resorption, Zerfall, Umwandlung, nach bei den einzelnen Mineralien,
 an Feldspath 24,
 der P. A. 49,
 tritt mit oder ohne Dissociation der Hornblende auf 37,
 am Plagioklas in A. D. Taf. I. 1.
 am Olivin 44,
 Coulées discontinues de Lapparents, giebt es nicht 124,
 Cucha, Definition 164,
 Cuchus am Hiniza 170,
 am Rucu-Pichinchu 168.

D.

Dacit 14, 24, 28, 42, 45, 55, 102, 104, 203,
204, 225—228, 246—247,
 vom Mojanda 24, 28, 45, 48, 55,
 vom Rumiñahui 191, 192, 194, 203, 213,
225, 226, 227,
 vom Sincholagun 67, 192, 204, 216, 220,
225, 226—227, 240—247,
 führt Biotit in Chlorit umgewandelt 212,
 Glimmer 45,
 Olivin 44, 218, 219,
 Quarz 45, 149,
 Titanit 230,
 Tridymit 195,
 . abweichende Zusammensetzung des D. vom Rumiñahui 227,
 . typischer, vom Sincholagun 226,
 nur in kleiner Anzahl unter den Gesteinen der Cotopaxi-Gruppe 225,
 tritt an einzelnen Bergen der Cotopaxi-Gruppe häufig auf 224,
 kommt in zwei Varietäten am Mojanda vor 55,
 des Fuya-fuya (Mojanda) als Quarz-Andesit zu bezeichnen 55,
 weichen in der Grundmasse von den A. nb 48,
 Dacitartige Grundmasse der B. A. 256,
 Dachziegelartige Schuppenformen des Tridymit 195, 271,
 Dampfausbruch und Abhebung der Schlackenkruste im Krater erklären am einfachsten die 1877 am Cotopaxi beobachteten Erscheinungen 124,
 Dampf- und Aschenausbrüche bezeichnen den Beginn einer Cotopaxi-Eruption 103, 104,
 Dampfwirkung im Cotopaxi-Krater 78, 83,
 Dampfsäule des Cotopaxi, siehe auch: Aschensäule, Aschenausbrüche n. s. w. 81,
82, 83, 104, 111, 114—116, 125,
 bezeichnet wiedererwachende Thätigkeit 125,
 . in Intervallen der Ausbrüche 83,
 . Entwicklung im Krater 82, 83,
 . glühendroth beleuchtet 104, 125,
 . 1878 geruchlos 82,
 . 1880 geruchlos 83,
 . grosse, 1877 111,
 . Höhe derselben 114—116,
 Dampfsäule des Galern 115,
 Dampfwolke über dem Cotopaxi in 1802 105,
 Dauer der Cotopaxi-Ausbrüche 104, 105, 125,
 des Aschenregens 103, 110, 111,
 des Aschenregens in Guayaquil 1877 111,
 des Lavnausbruches 1877 123,
 der Ueberschwemmungen bei Cotopaxi-Ausbrüchen 108,
 der Verfinsterung bei Cotopaxi-Ausbrüchen 110, 111, 112,
 Detonationen, siehe auch: Getöse,
 entstehen beim Cotopaxi an der Kratermündung 117,
 beim Schiessgewehr an der Mündung des Laufes 117,
 Diabase 4,
 Diabasartiges Netz von Amphibol, Plagioklas und Glasbasis in einem Einschluss in A. P. A. 223, Taf. VII. 1.
 Diabasartige Struktur der Grundmasse der B. vom Rumiñahui 236,
 Diaz-chaiman-volcan soll 7 Jahre nach Chirimuchui-volcan, im Jahre 1865, geflossen sein 92, 93, siehe: Lavaströme, neue.
 Definition der Calderas 169,
 der calderartigen Thäler, 164,
 der Cuchas 164,
 der Schneegrenze 170,
 Diorit 4,
 Dissociation, siehe auch: Umwandlung des Amphibols,
 des Amphibols, bei bereits gesunkener Temperatur des Magmas 36.

Dissociation des Amphibols, zwei Perioden 36,
 , geringe Temperaturerhöhung 36,
 kann von ungangartiger Corrosion be-
 gleitet sein 37, Taf. II, 7,
 , der zweiten Generation der Amphibol-
 Einsprenglinge 43,
 , Ursache derselben 35,
 des Calciumcarbonats 35,
 Dissociationsprodukte des Amphibols 35, 38,
 Taf. III, 11,
 Dissociationstemperatur des Amphibols, bei ge-
 wöhnlichem Druck, nur wenig über
 dem Schmelzpunkt der andesitischen
 Laven, 36,
 Dissociationstension 35,
 Domberge, vulkanische, Uebersicht der Größen-
 und Neigungsverhältnisse, Tabelle 137
 bis 138,
 Domgebirge, vulkanische, mit condrer Fels-
 pyramide sind durch Gletschererosion
 umgestaltet 171,
 Domförmiger Unterbau des Quilindña 156,
 Doppelbrechung, siehe: Optisches Verhalten,
 Doppeltbrechende Feldspathe in Grundmasse von
 basischem P. A. 268,
 Grundmasse des P. A. 240, 244, 245,
249,
 Sphärolithe in Umwollungsprodukten in
 P. A. 261,
 Doppelpyramide des Hinza durch Gletschererosion
 entstanden 169—170,
 aus dem Kraterand des Altar durch Gletscher-
 erosion sich bildend 171,
 Drillinge des Tridymit 195,
 Drusen mit Quarzsäulchen in D. 226, 227, 242,
 mit runderlichen Tridymitgebilden 195,
 Dünnschliffe P. A. 238,
 Dunkle Linien begrenzen die Feldspathe in Grund-
 masse der B. A. 272,
 Durchkreuzungszwilling, Karlsbadergesetz 198,
 Fig. a; Taf. IV, 4,
 Durchliehtes Magnetit in P. A. 250,
 Durchmesser der Basis des Cotopaxi-Kegels 135
 bis 136,
 in 4000 m Höhe 139—140,
 des Cotopaxi-Kraters 81,
 seit 1783 verändert 83,
 des Quilindña 157,

Durchwärmung des oberen Theiles des Cotopaxi-
 Kegels 81, 101,

E.

Ebene, sumpfige, im oberen Theil der Thäler
 des Quilindña, durch Gletscher-
 erosion bedingt 162,
 Einbuchtungen im Feldspath 21,
 Einfluss der aus dem Amazonas-Becken auf-
 steigenden warmen Luftströmungen
 auf die Höhe der Schneegrenze 86,
88, 166, 179—180,
 des Amazonas-Beckens auf Schnee- und Eis-
 bedeckung des Quilindña 160,
 der Tageszeiten auf die Resultate barome-
 trischer Höhenmessungen 133, 134,
 der halben Summe der Lufttemperaturen
 auf barometrische Höhenmessungen
133—134,
 Einlagerung, lamellare, von Hypersthen in Augit
25,
 Einsenken der Gletscher in die Masse des Ge-
 birges 161,
 Einsenkungen zwischen den verschiedenen Armen
 eines Lavastrones 95,
 Einschaltung der Bergkuppen beim Anschluss an
 die Gipfelpyramide 158,
 der Kraterländer des Cotopaxi entsprechen
 den steileren Aussengelhängen 85,
 zwischen den Thalkesseln, um Quilindña
157—158,
 Einschmelzung der Hornblende, nach Rudolph
 und Hatch 41—42,
 verfestigter Theile des Magma kann Aus-
 scheidungen bedingen 220,
 Einschlüsse in A. A. 223, Taf. VII, 1,
 , corrodirt, in A. B. A. 258,
 der Vogesit-Adinitröhre, in A. B. A. 258,
 in A. P. A. 223, 252, 253, 270, Taf. IV, 2,
 , ohne Rand, in A. P. A. 252,
 von weißlichem Bimsstein in dunklen
 Schlacken des A. P. A. 250,
 , pyroxenarme, in gangartigem Basalt 243,
 in Basaltung, kiesel-säurereicher als der Bas-
 salt 243,
 in P. A. 194, 223, 245, 250, 262, 263, 265,
 im Gestein makroskopisch sichtbar 222 bis
223,

Einschlüsse in den Gesteinen meist als ältere Ausscheidungen zu betrachten, enthalten dieselben Mineralien, wie das Gestein 223.

von Quenx in P. A. 194, 223, 262, 263, 265,
in den neuen Cotquixi-Laven 194, 223,
lanprophyrische, in Gesteinen des Rio Cutuche 223.

in Apatit 219, 232, 246, 250, Taf. V. 4.
in Amphibol 25, 58, 202, 214.
in Biotit 212, 219, 230.
in Feldspath 24, 196, 201, 202, 216, 219, 221, 226, 231, 239, 241, 253, 254, 262, 264, 266, 267, 268, 271.
in Hypersthen 25, 218, 219, 248.
in Magnetit 202, 216, 219, 250, 253,
Taf. V. 4.
in Olivin 202, 218, 219, 221, Taf. V. 3.
in Opal 195.
in Pyroxen 25, 202, 216, 221, 238, 239, 245, 250.
in Quarz 45, 124.
in Tridymit 196.
von Apatit in Biotit 219.
in Feldspath 24, 219, 246.
in Hypersthen 219.
in Magnetit 219, 253, Taf. V. 4.
in Pyroxen 25, 250.
von Chlorit in Feldspath 202, 241.
von Erz in Biotit 230.
in Feldspath 24, 241.
von Feldspath in Amphibol 202, 214.
in Hypersthen 218, 248.
in Magnetit 202.
in Olivin 202, 219, 221, Taf. V. 3.
-Zwillingen in Olivin 219.
in Pyroxen 25, 202, 216, 221, 239, 245.
von Glas in Feldspath 202, 221, 254, 262.
in Olivin 219, Taf. V. 3.
in Pyroxen 245.
von Glimmer in Feldspath, selten, 202.
von Grundmasse in Feldspath 24, 201, 231, 239, 241, 247, 253, 267, 268, 271.
in Zusammenhang mit zonarem Bau 201, 253.
in Hnufwerken 221.
in Hypersthen 218.

Einschlüsse von Grundmasse in Olivin 219.
in Pyroxen 25.
von Hypersthen in Augit 216.
von Magnetit in Biotit 212.
in Hypersthen 25.
in Pyroxen 25, 238, 241.
von Muscovit in Feldspath 226, 241.
von Olivin in Pyroxen 216.
von Pyroxen in Amphibol 214.
in Feldspath 24, 216.
in Magnetit 216, 250.
in Tridymit 196.
von Tridymitläusen in Feldspath 196, 202, 231, 267.
von Margariten-ähnlichen Gebilden in Apatit 219.
regelmässig angeordnete, in Apatit 246, 250.
stachelartige, in Apatit 219, Taf. V. 4.
strahlenförmige, in Pyroxen 238, 250.
weisliche, in A. P. A. 256.
fremde 231.

Einschlussbildung ist im Feldspath an kein bestimmtes Zeitalter der Erstarrung gebunden 202.

Einschlussfreier Rand um einschlussreiche Feldspath 263, 267, 271.

Einschlussreicher neben einschlussarmen Feldspath 201, Taf. IV. 5.

Einschmelzung bereits verfertigter Theile 230.

Einsprenglinge in A. A. 53, 54, 57, 232.
in A. B. A. 258.
in A. B. P. A. 255.
in A. D. 58, 60.
in A. P. A. 57, 234, 235, 257, 259, 260, 261, 264, 270.
in B. 236, 239.
in B. A. 230, 231, 232, 234, 255, 256, 257, 258.
in B. D. 241.
in D. 55, 236, 237, 246.
in P. A. 48, 49, 50, 51, 52, 56, 234, 235, 238, 240, 241, 244, 245, 247, 248, 250, 251, 259, 260, 261, 262, 263, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271.
in Einschlüssen in A. P. A. 257.
in Amphibol in A. 25, 50, 52, 232, 234, 255, 257, 260, 261, 270.

Einsprenglinge, Amphibol in Einschlüssen in
 A. P. A. 237.
 . Biotit in B. A. 235, 256, 257, 258.
 in B. D. 241.
 in D. 55, 227, 241.
 in saurem P. A. 235.
 . Erz in P. A. 49, 50, 51, 52.
 . Feldspath in Andesiten 15, 48, 49, 50, 51, 52, 232, 234, 235, 238, 239, 240, 241, 244, 245, 246, 247, 250, 254, 255, 257, 258, 260, 261, 262, 263, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271.
 in B. 236.
 in B. A. 235, 236, 257.
 in Daciten 55, 226, 227, 241, 246.
 . schlierenartig ausgezogen in P. A. 241.
 . Hypersthen in Andesiten 232, 238, 250, 260, 265.
 in B. 236.
 in B. A. 232, 241.
 in Einschluss in A. P. A. 236, 257.
 . Olivin in P. A. 50, 52, 235, 262, 268.
 in B. 236.
 in D. 55.
 . Pyroxen in Andesiten 48, 49, 50, 51, 52, 234, 235, 238, 239, 240, 244, 245, 248, 250, 254, 260, 262, 265, 267, 268, 269.
 in B. 236.
 in B. A. 230.
 . Quarz in D. 55.
 . treten in den Ganggesteinen zurück 225.
 des Olivin, corrodiert und von Augit und Magnetit umrandet 219.
 mit Schuppenhaufen von Tritymit 186.
 Einsprenglingsarme P. A. 247, 251, 264.
 Taf. VI. 4.
 Eintheilung der Andesite nach den Feldspatharten 224.
 nach den Feldspathen unmöglich 22, 23.
 nach den Pyroxenarten nicht durchführbar 225.
 in Pyroxen- und Amphibol-Andesite 42 bis 43.
 der Kesselthäler vulkanischer Gebirge 163 bis 164.

Eintritt des Cotopaxi in die Schnee- und Eisregion bedingt die Bildung der Schlamm- und Wasserfluthen 148.
 Eis unter Aschenbedeckung am Cotopaxi 74.
 von Lavaströmen überlagert 86.
 mit Aschenschichten wechselnd am Cotopaxi 103.
 bei den Ausbrüchen des Cotopaxi herabgeführt 107.
 von den Gipfelmassen herabstürzend, nährt die Gletscher im Grund der Kave, Chimborazo 172.
 Eishölzer in den Schlammströmen des Cotopaxi 92, 107.
 Eisgefülle Kratere 170, 171, 173.
 Eisfelder an der Centralpyramide des Quilindagua 169.
 Eiskalotte und Gipfelföhrung der Berge Encudors sind gleichzeitig 189.
 . Ansehnung derselben am Mawenzi 174.
 Eismantel der Südseite des Cotopaxi 77.
 des Quilindagua, gering in Folge der Form des Berges 169.
 Eismassen bilden den Rand der Schneebedeckung am Cotopaxi und Antisana 179.
 durch Schlammströme transportirt, 1660 am Sincholagua 66.
 Eispanzer bekleidet allmählig die Eruptionskegel 173.
 Eis- und Schneebedeckung des Quilindagua 169 bis 161.
 . Einfluss des Amazonas-Beckens auf die — 86, 88, 106, 179—180.
 Eis- und Schneemantel des Cotopaxi unter den Auswurfsmassen von 1877 begraben 113.
 bedingt die regelmässige Gestalt des Cotopaxi 85—86.
 Eis- und Schneemassen in den Grund der Thäler stürzend, am Quilindagua. 169.
 Eiszeit, keine in Ecuador 162—163.
 . allgemeine 173.
 . wird nicht durch die früher grössere Vergletscherung bewiesen 162—163.
 . zur Erklärung der Gletschererscheinungen in Ecuador unnöthig. 183.
 . lokale 187.

Eiszeit in Europa, durch geringe Klimaschwankungen zu erklären 188.

Eisen, hoher Gehalt der Analysen des D. vom Rumihai 227.

Eisenarme Grundmasse saurer P. A. 235.

Eisenauscheidung in Spalten des Hütit 213, bedingt ründliche Färbung des Pyroxens 216.

bedingt rothen Ueberzug auf P. A. 260.

Eisenglanz in Hnufwerk im Gipfelgestein des Cotopaxi 264.

Eisenkies in D. 226.

Eisenoxyd und ein Silikat angitischer Natur bilden den Opacit 33.

in Opacit, wahrscheinlich amorph 32.

des Opacit z. Th. in Hydroxyd verwandelt 60.

wird beim Zerfall des Amphibols als Magnetit bzw. Opacit ausgeschieden Taf. II. 8.

Eisenreiches Mineral, in Resorptionshaufen umgewandelt 260.

Mineral in Resorptionshaufen 267.

Ellöolithsyenit von Frederiksvärn 37.

Elektrische Entladungen bei den Ausbrüchen des Cotopaxi 113.

Entfernung des Cotopaxi-Gipfels von Harnu-loma 132, 136.

von Guarani del Antisana 132.

von Hacienda Chnapí 132.

• bis zu welcher die Asche des Cotopaxi gelangte 109, 110—111, 112.

• bis zu welcher 1877 knipfrosse Bomben vom Cotopaxi geschleudert wurden 113.

• bis zu welcher die Detonationen der Cotopaxi-Ausbrüche gehört wurden 116.

• bis zu welcher die Schlammströme des Cotopaxi gelangen 107.

• bis zu welcher die Überschwemmungen bei den Cotopaxi-Ausbrüchen sich geltend machen 106, 107, 108.

Entglasung, beginnende 272.

Entglasungsprodukte in A. 260, 261.

in B. A. 257.

• sphärolitische 54.

Enthauptung der Gebirge an der Schneegrenze 186.

Endmoränen, absolute Höhe der —, Nordseite des Cayambe 181.

Endmoränen, alte, am Quilinchin 161.

Entstehung der A. mit annähernd gleichem Gehalt an Pymen und Amphibol 43.

der wechselnden Schnee- und Aschenschichten am Cotopaxi 80.

Entstehungsgeschichte der „Alturas“ von Reiss und Stübel 177.

des Barrn-Beckens 5.

der Berge und Thäler Ecuadors, nach Wagner 145.

Entstehungsweise der Schlammfluthen des Cotopaxi 108.

Entwässerung der Einsenkung, in welcher der Quilindña sich erhebt 155.

Entwicklung der Spaltung nach $OP \infty$ und $\infty P \infty$ in den verschiedenen Gliedern der Plagioklassreihe 200.

• ungleiche, der einzelnen Theile bei Zwillingen der Feldspathe nach dem Periklingesetz 198—199.

Entwicklungsphase, neue, des Cotopaxi-Kegels bei Eintritt in die Schnee- und Eisregina 148.

Erdbeben, selten bei Cotopaxi-Ausbrüchen 119.

Ergebnisse der Gletscherforschung in Ecuador 173—174.

Erhöhte Thätigkeit des Cotopaxi seit ungefähr der Mitte des 18. Jahrhunderts 103.

Erhöhung des Cotopaxi durch die Ausbrüche von 1742—1872 132.

• durch den Ausbruch von 1877 133.

Erklärung der eigenthümlichen Verbreitung des Getüses bei den Ausbrüchen des Cotopaxi 117—119.

Erklärungsversuche der eigenthümlichen Verbreitung des Getüses bei den Ausbrüchen des Cotopaxi 116.

Erläuterungen zu der Tabelle der Feldspathe 20—22.

• zu der Tabelle der Grössen- und Neigungsverhältnisse vulkanischer Berge 138.

Erneute Thätigkeit des Cotopaxi-Kraters 82.

Erniedrigung des Kraterandes des Cotopaxi bei den Ausbrüchen von 1743—1744 131.

Erosion, siehe auch: Gletschererosion.

wird den Cotopaxi-Kegel zur Ruine umgestalten 149.

Erosion des Eises bedingt die Formen der höchsten, ruhenden oder bereits erloschenen Vulkanberge Eumadors [186](#), des fließenden Wassers am Quillindahu [165](#), [166](#).

Erosionsthäler [166](#).

Erosionsschlucht an der Caldera des Pascocha [64](#).

Erosionsthätigkeit an der Sohle der Flachgletscher [173](#).

Erosionswirkung am Pascegebirge des Cotopaxi giebt sich in der Form des Picocho zu erkennen [72](#).

am Pascocha [64](#).

am Rumiñahui [65](#).

am Quillindahu [156](#).

am Sinchobagua [66](#).

des Gletschers im Krater des Antisana [172](#).

des Gletschers, wo am stärksten? [164](#).

des fließenden Wassers, tritt an Vulkanbergen erst spät ein [185](#).

Erschwerung der Schallverbreitung durch die verschiedenen Bewegungszustände der Luftschichten in den interindinen Räumen [119](#).

Erstarrungsmasse, letzte, aus Tridymit bestehend, in P. A. [269](#).

Erstarrungstallum, unvollkommenes, des Tauripamba-Typus [269](#).

Ersteigung des Cotopaxi durch Reiss 78—79.

durch Stübel [79—80](#).

durch von Thielmann 81—82.

durch Wympfer 82—84.

durch Wolf 80—81.

bis zu 5746 m durch Boussingault [131](#).

Eruptionskegel mit Eispanzer [173](#).

Eruptivgesteine, ältere [4](#).

Erweiterung des Cotopaxi-Kraters 1743—1744 [131](#).

, kesselartige, der radialen Thäler am Quillindahu [165](#).

, der Thäler am Rumiñahui [66](#).

Erz, siehe auch: Magnetstein, Magnetit, Haufwerke.

in A. [39](#), [56](#), [57](#), [233](#), [238](#), [241](#), [242](#), [245](#), [246](#), [249](#), [250](#), [254](#), [259](#), [263](#), [265](#), [266](#), [267](#), [268](#), [269](#), [270](#).

in B. A. [229](#), [242](#).

Erz in D. [226](#), [227](#), [241](#), [242](#).

in Augit der A. 51—52, [57](#).

in Augitlufen, strahlenförmig [229](#), Taf. VI. 3.

in Feldspath [24](#), [241](#).

in Opacit, wohl amorph [32](#).

aus Amphibol [32](#), [214](#), [261](#), Taf. III. [13](#), IV. 1.

aus Biotit und Amphibol [249](#).

mit Tridymit in Haufwerken [267](#).

Erzarme Grundmasse der B. A. [255](#), [272](#).

der Einschlüsse in P. A. [245](#).

Erzausscheidungen hegeiten den Pyroxen [242](#), [266](#), [267](#), [268](#).

Erzglobuliten in Grundmasse des P. A. [238](#).

Erzrand, siehe: Rand, magmatische Einwirkung, Umwandlung, Zerfall.

um Amphibol [251](#).

um Olivin [269](#).

um Pyroxen [28](#), [59](#), [244](#).

der aus Amphibol entstandenen Augite [28](#).

Erzreiche Grundmasse der P. A. [238](#), [241](#), [250](#).

[264](#), [269](#), [269](#), [270](#).

, schwarze Schlieren in Grundmasse der P. A. [263](#).

Etiquette zum Humboldt'schen Stück der Bimssteine von S. Felipe [231](#).

Eutaxitische B. A. [229](#), [256](#).

P. A. [50](#), [259](#).

Extreme der Schnee- und Gletschergrenzen [184](#).

Extreme Werthe in den Analysen der D. nach Rosenbusch [227](#).

F.

Farbe des Amphibols [26](#), [53](#), [54](#), [55](#), [58](#), [213](#) bis [214](#), [232](#), [233](#), [240](#), [250](#), [251](#), [254](#), [261](#).

in A. A. [54](#), [232](#).

in A. D. [58](#).

in A. P. A. [233](#), [249](#), [251](#), [252](#), [261](#).

in Bimsstein [233](#).

in Resorptionslufen [250](#).

der Amphiboleinsprenglinge in A. A. [26](#), [54](#), [57](#), [58](#).

des zerfallenen Amphibols in A. A. [53](#).

des A. A. vom Cayambe [53](#).

des A. B. P. A. [255](#).

Farbe des A. D. 55.
 des A. P. A. 246, 250, 251, 252, 256, 259,
261, 270.
 der Aschen des Cotopaxi 109, 112.
 des B. 239, 242, 243, 248.
 des Biotits in B. A. P. A. 240.
 des Bimssteins der B. A. 255, 256, 257, 258,
 der B. P. A. 253.
 der P. A. 245.
 des Biotits in B. A. 212, 230, 255.
 des B. A. 256, 257, 272.
 des B. A. P. A. 249, 254.
 des B. D. 241, 242.
 des B. P. A. 246.
 der Einschlüsse in P. A. 245.
 des Feldspaths in A. A. 54, 57.
 in A. D. 59.
 in P. A. 49, 51.
 des Glases im Bimsstein der A. P. A. 270.
 im Bimsstein der P. A. 245.
 der Grundmasse der A. P. A. 246.
 der P. A. 52, 235, 250, 263, 266, 268,
271.
 der basischen Laven 225.
 in den Hautwerken 221.
 im Olivin der P. A. 263.
 der glasigen Basis der A. und D. 46.
 des Glimmers in P. A. 244, 245, 259.
 der Grundmasse des A. A. 53, 57.
 des A. D. 55, 59.
 des B. A. 272.
 des P. A. 49, 50, 51, 52, 238, 241,
248, 260, 261, 271.
 des Olivins 44, 218.
 des Opacits 58.
 des Pyroxens 46, 49, 56.
 des P. A. 48, 50, 51, 52, 237, 238, 239,
240, 241, 244, 245, 247, 248, 249,
250, 251, 252, 254, 260, 261, 262,
263, 264, 265, 266, 267, 268, 269,
270, 271.
 , basaltartigen 239.
 des Quarzes in D. 45, 55.
 der Quarzeinsprenglinge in A. D. 59.
 des Salbandes eines Ganges von P. A. 238.
 der Schichten im B. A. 255.
 der Schlacken des P. A. 265, 266.
 des Turmalins in D. 235.

Farbe, roseirothe, des Quarzes in 11, 45.
 , rothe, der A. D. durch Umwandlung des
 Eisenoxids des Opacits entstanden 60.
 Farbloses Glas in Bimsstein der A. P. A. 270.
 Färbung, rändliche, des Pyroxens durch Eisen-
 ausschlagung 216.
 Fasern, zu strahligen Kugeln angeordnet, im
 Glas der B. A. 272.
 Feldspath. 15—24, 197—213; siehe auch die ein-
 zelnen Feldspatharten.
 der Angochingua-Gesteine 18, 52.
 der Cayambe-Gesteine 53—55, 57—58.
 der Cotopaxi-Gesteine 103, 205, 207, 208,
209, 210, 211, 261—271.
 der Gesteine des Cotopaxi-Fussgebirges:
 a. der obsidianführenden Tuffe 208, 210,
211, 255—258.
 b. der Picacho-Formation 208, 210, 258
 bis 261.
 der Casin-Gesteine 52.
 der Cavilche-Gesteine 17—18, 51—52.
 der Inubabura-Gesteine 17, 18, 50—51, 52
 bis 53, 54—55, 57.
 der Mojanda-Gesteine 17, 18, 48—50, 55,
56, 58—60.
 des Morro-Gesteins 239.
 der Pasochon-Gesteine 203, 237—239.
 des Putzulungun-Gesteins 211, 272.
 der Quillindaña-Gesteine 205, 251, 255.
 der Rumijahui-Gesteine 203—204, 239 bis
243.
 der Sínchologua-Gesteine 204—205, 244 bis
249.
 der Valle-ricioso-Gesteine 205, 249—250.
 der A. A. 53, 193, 205, 206, 230, 241.
 der A. B. A. 198.
 der A. B. P. A. 204, 205.
 der A. P. A. 146, 204, 205, 206, 208, 210,
211, 233, 246, 249, 250, 251, 252,
256, 260, 261, 270.
 der B. 203, 204, 205, 239, 242, 248.
 der B. A. 208, 210, 211, 231, 232, 255,
256.
 der B. A. P. A. 206, 249, 254.
 der B. D. 203.
 der B. P. A. 205, 206, 245, 253.
 der D. 203, 204, 227.
 des Feldspathgesteins 236.

Feldspath der P. A. 52, 203, 204, 205, 206, 207,
208, 209, 210, 211, 238, 240, 241,
242, 244, 245, 248, 249, 250, 251,
255, 259, 260, 262, 263, 264, 265,
268, 269, 271.
der Binssteine der B. P. A. 253, 270.
der P. A. 245.
der Humboldt'schen Sammlung 233.
der Einschlüsse in P. A. 250.
, leucoprophyrischen, in A. B. A. 268.
der Grundmasse der A. A. 54, 58, 232.
der A. und D. 15, 16, 17, 18, 19,
23, 24.
der A. P. A. 57, 256, 260.
der A. D. 50.
der B. 236, 239, 248.
der B. A. 229, 255, 256, 257, 272.
, scharf begrenzt 230.
, durch dunkle Linien begrenzt 272.
der B. D. 241, 242.
der D. 226, 227, 246.
des Feldspathgesteins 236.
der P. A. 49, 50, 51, 52, 234, 235, 238,
244, 245, 247, 249, 250, 254, 262,
263, 265, 266, 268, 269, 270, 271,
Taf. VII. 2.
der Einschlüsse in P. A. 245.
, zonar, von An. bis Ab. schwankend, 48.
, ähnlich den Einsprenglingen des be-
treffenden Gesteins 24.
, weit vorherrschend 46.
der P. A., fluidal angeordnet 49.
der Haufwerke in A. B. A. 221, Taf. VI.
5, 6.
in P. A. 264, 267.
, nicht zu unterscheiden von den Ein-
sprenglingen 222.
mit Olivin 269.
, in kleinen Mengen, bildet mit Pyroxen
den Kern der Haufwerke 224.
in Amphibol 58, 202, 214.
in Augitaugen 222.
in Biotit 212.
in Hypersthen 218, 243.
in Magnetit 212.
in Olivin 202, 219, 221, 260.
in Opal 195.
in Pyroxen 25, 29, 202, 216, 221, 239, 245.

Feldspath in Pyroxen, der aus Amphibol ent-
standen 29.
umschließt: Apatit 219, 246.
Chlorit 202.
Glas 24, 262, 262, 267.
Grundmasse 231, 247, 267, 268, 271.
in den Randzonen 253.
Kalkspath 202.
Muscovit 236.
Tridymit 231, 267.
, Anorthitgehalt, siehe diesen und Kalkgehalt.
, basischer, in den Laven des Cotopaxi 193.
tritt in bestimmten Basaltlaven nur in der
Grundmasse auf 237.
, Corrosionsercheinungen 24, 31, 49, 231,
269, Taf. I 1; IV. 1.
als Einteilungsprinzip der A. 224.
, formenreich, wie aufgewachsen auf der
Oberfläche der A. A.-Bomben 54.
, getrübt, mit klarem Rande 271.
, Kalkgehalt, siehe: Kalkgehalt und Anor-
thitgehalt.
, kalkreicher in den A. B. A. des Quilindofia
als in den Laven des Aláquez-Typus 213.
mit kreisrunden Kern 246, Taf. IV. 3.
, der Labrador-Oligoklasreihe angehörnd 24.
, Neubildung aus Amphibol 28, 32.
, fast ausschliesslich Plagioklas 197—198.
parallel liegend in P. A. 248.
und Pyroxen in Verbindung mit unzersetztem
Amphibolkern 270.
- und Pyroxenauflagen durch Resorption aus
Amphibol entstanden 222.
, Reiskörnern ähnlich, durch Abrundung der
Ecken 269.
, selten als Sanidin 197—198.
, Tabellen des optischen Verhaltens 17—19.
208—211.
mit einer Tridymithaut überzogen 269.
, älter als Tridymit 196.
mit anhaftenden Schuppenhaufen von Tri-
dymit 196.
umgewandelt in Opal 195, 260.
, unregelmässig begrenzter, der Dazitgrund-
masse ist vielleicht Sanidin 227.
, verwachsen mit Hypersthen 218.
mit Hypersthen und Augit 218, Taf.
V. 5, 6.

- Feldspath, mikroperthitische Verwachsung 24, 54.
 , Verwitterungs- und Zersetzungserscheinungen fehlen 24.
 , zernagter und zerbrückelter 255, 269.
 , Zersetzungsprodukte 222.
 , zonar gebauet, siehe: Zonarer Bau.
 , Zwillinge, siehe: Zwillinge und die verschiedenen Zwillingsgesetze.
- Feldspathauscheidungen in der Grundmasse 47.
 Feldspath-Basalt, siehe: Basalt.
- Feldspath-Einsprenglinge in A. 15.
 in A. A. 54, 57, 232.
 in A. B. A. 258.
 in A. B. P. A. 255.
 in A. D. 55, 58, 59.
 in A. P. A. 246, 253, 257, 259, 260, 264, 270.
 in B. A. 255, 256, 257.
 in B. D. 241.
 in D. 55, 246, 247.
 in P. A. 49, 51, 56, 234, 235, 238, 239, 240, 241, 244, 245, 247, 254, 259, 260, 262, 263, 266, 267, 268, 269, 270, 271, Taf. IV. 5.
 herrschen in P. A. vor 234.
 sind mit den Grundmassen-Feldspäthen durch Uebergänge verbunden 238.
 treten in mehreren Generationen auf 238.
 , angegriffene, oft mit Tridymit zusammen 196.
 , grosse, ungeschlossen oft braunes Glas 221.
 , zernagte 271.
- Feldspathgestein, nb. Einschluss in P. A. 198.
236, 245, Taf. IV. 4; VII. 2.
 steht in enger Verbindung mit Daciten und Sambahe-Gestein 236.
- Feldspatkrüner, unregelmässig begrenzte, bilden die Grundmasse eusytischen Dacits 226.
- Feldspatleisten, einfache, in P. A. 265.
 , fleckenweis angehäuft, in A. B. P. A. 255.
 , fädig angeordnet, in P. A. 243.
 bilden den Hauptbestandtheil einzelner Grundmassen 226.
 , lamelläre, bilden im Wesentlichen die Grundmasse einer eisenarmen Andesitvarietät 225.
- Feldspatmikrolithen in B. A. 230, 272.
 in A. P. A. 260.
 in P. A. 247, 263.
 mit sehr hohem Kalkgehalt 263.
 in Einschluss im A. P. A. 256.
- Feldspathreiche Grundmasse der P. A. 230, Taf. VII. 2.
 Feldspatreihe 15.
 Feldspatssäulen, randliche, der Hauptwerke, jünger als der Kern 221.
 Feldspatstschuppen, lamellenfreie, in Grundmasse der B. A. 272.
 Felsabstürze nahe dem Gipfel des Chimborazo, sind eine Wirkung der Gletschererosion 172.
 Felsleisten nahe dem Nord-Kraterrand des Cotopaxi 73.
 Felsenauer um den Kraterwall des Cotopaxi, Täuschung 85.
 Felspyramide, centrale, des Quilindña 156, 157, 158, 160.
 des Quilindña, mit Mutterhorn verglichen 158.
 innerer Bau 160.
 des Sincholagua 66.
 durch Zerstörung des Berggipfels entstanden 165.
 aus einer Kraterumwallung durch Gletschererosion gebildet 171.
 Feuerkatarakt am Kraterwall des Cotopaxi 104, 120.
 Feuersäule am Cotopaxi 1877 113.
 Filzwerk von Pyroxenmadelchen in D. 246.
 Firnfelder im Altar-Krater 170.
 nm Ilmiza 168.
 nm Quilindña 166.
 am Chimborazo 172.
 , nur in einzelnen Flächen an der Centralpyramide des Quilindña 158, 160.
 , grosse, fehlen in Ecuador 163.
 nehmen ab in Folge der Gletschererosion 165, 167, 174.
 Flachgletscher vertiefen die Thalsohle 173.
 Flächeninhalt der Basis des Cotopaxi-Kegels 136, 140.
 der Basis des Cotopaxi-Kegels in 4000 m Höhe 140.
 Flammen im Krater des Cotopaxi 83.

Fleckee, braune, durch Sublimationsprodukte des Cotopaxi erzeugt 79.
 , braune, in Grundmasse der P. A. 261.
 , weisse, in P. A. 261, Taf. VII. 4.
 Fliesen, schnelles, einer Lava an der Westseite des Cotopaxi 95.
 Fluidale Anordnung des Feldspathes in Grundmasse der P. A. 49, 240, 263.
 Fluidalstruktur der B. 236, 243.
 der basaltischen Oberflächenströme 236.
 der basischen P. A. 235.
 der Grundmasse der B. A. 221, Taf. VI. 5, 6.
 der A. P. A. 256.
 der P. A. 56, 234, 245, 247, 248, 263, 267.
 eines gangförmigen P. A. 238.
 Form des Altar-Kraters 170.
 des Amalinalco 161.
 der Amphibole 28, 213, 252, 258.
 des schwarz umrandeten Amphibols in A. P. A. 252.
 des zerfallenden Amphibols in A. A. 53.
 des Antisann-Kraters 171.
 der Apatite 45, 219, 258, 259.
 der Augitungen 222.
 der Ausbruch-kegel, deren Ausbrüche wesentlich aus dem Gipfelkrater erfolgen 172.
 der Hergrücken zwischen zwei Thälern des Quilindafu 158.
 der Biotite 212, 230.
 des Chlorits und der Carbonate in B. A. 241.
 des Cotopaxi 172.
 , rögelnässige, wird durch den Picacho unterbrochen 72.
 des Cotopaxi-Kraters 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84.
 des Drusenquarzes in D. 227.
 der Einschlüsse im Gestein 223.
 des durch Resorption aus Amphibol entstandenen Erzes in A. P. A. 261, Taf. IV. 1.
 der Feldspathe 15, 49, 198, 227, 229, 238, 245, 250, 258, 261, 267, 269, 272.
 der Grundmassenfeldspathe 23, 235, 236, 241.
 des in Hypersthen eingeschlossenen Feldspaths 248.

Form der Feldspathmikrolithen 201, 256, 257, 272.
 der alten Gletscherbetten am Iliniza 170.
 der alten Gletschermaulen 163.
 des Glimmers 200, 266.
 der Hypersthen 25, 216, 217, 248, 258.
 des Iliniza 169.
 , verschiedene, der Ost- und Westseite des Iliniza 169.
 der Kesselthäler an den Schneehängen, abweichend von der der Erosionsthäler 163.
 der durch fliessendes Wasser gebildeten Kesselthäler 163.
 des Kraterandes des Cotopaxi 85.
 der neuen Lavaströme des Cotopaxi 90.
 des Mawenzi, durch Gletschererosion mitbedingt 174.
 des Opacits in A. A. 58.
 der Olivine 41, 218, 263.
 des Picacho, beweist die Zerstörung des Cotopaxi-Fassgebirges durch Erosion 146.
 der Pyroxene 25, 49, 215, 259, 268.
 des Pyroxens bei rascher Individualisirung aus Opacit 34.
 des Quarzes in Dacit 45.
 in Grundmasse der D. 194, 226.
 in Drusen des B. D. 242.
 des secundär gebildeten Quarzes 194.
 des Quilindafu 156—157. 159.
 , ursprüngliche, des Quilindafu, jetzt in einzelne Rücken und Grate zerlegt 159.
 des Rumiñahui 64, 65.
 des Schlammstromes beim Cotopaxi-Ausbruch von 1877 106.
 , räthselhafte, vulkanischer Berge 169.
 des Saagay 172.
 des Sincholagua, ähnlich der des Quilindafu 167.
 der radialen Thäler am Quilindafu 156—157, der von den Gletschermaulen abfließenden Thäler 163.
 des Titanits 231.
 der Tridymite 45, 195—196, 252, 268, 271.
 des Tunguragum 172.
 des Turmalins in D. 226.
 des Zirkons in Grundmasse des B. D. 241.

Formen von Calcit, Chlorit und Erz in B. D. 242.
 , bekannte, der Vulkanberge können nie durch allmähliche Aufschüttung erzeugt werden 150.
 der vulkanischen Berge, mannigfach bedingt 168.
 der vulkanischen Berge Ecuadors, mitbedingt durch Gletschererosion und Erosion des fließenden Wassers 165.
 der höchsten vulkanischen Gebirge Ecuadors, durch Gletschererosion bedingt 173.
 , typische, der durch Gletschererosion zerstörten Vulkanberge 167—168.
 Formenreihe der vulkanischen Schneeberge Ecuadors 171—173.
 Formveränderung des Altar bei fortwährender Gletschererosion 171.
 Forsterit nahe stehendes Silikat, aus Olivin 44.
 Fortpflanzung der Schallwellen durch die Atmosphäre bei Ausbrüchen des Cotopaxi 116, 117—119.
 Französische Akademiker, siehe: Akademiker.
 Freiwerdende Wärme beim plötzlichen Erstarren der Lava, kann Dissociation des Amphibols bedingen 43.
 Fremde Einschlüsse, oft wie Ausscheidungen erscheinend 220.
 Fremdlinge sind die Quarz- und Impropyrischen Einschlüsse in den Laven 224.
 Fumarolen des Cotopaxi 76, 119—120, 126.
 , Veränderungen derselben 120.
 Fumarolenähnlichkeit im Cotopaxi-Krater 78, 80, 82.
 Funkensprühern der Lavn im Cotopaxi-Krater 83.
 Fuss des Cotopaxi-Kegels 74, 93, 135.
 des Sincholagua 67.
 Fussgebirge des Cotopaxi 67—72, 74, 75, 76, 77, 139, 144, 146, 147, 265—261.
 , bisher wenig bekannt 72, 146.
 , tritt in 3800 m Höhe zu Tage 139.
 , im Pincho 4900 m Höhe erreichend 139.
 , durch die Ausbruchsanstoss des Cotopaxi-Kegels überdeckt 68, 147.
 , aus zwei vulkanischen Formationen bestehend 68.
 , aufgebaut durch Ausbrüche, wie sie heute noch stattfinden 146.

Fussgebirge des Cotopaxi, war bereits durch die Erosion zerstört, ehe der Cotopaxi-Kegel aufgebaut wurde 144, 146.
 , den Verlauf der Quebradas an der Nord- und Westseite des Cotopaxi-Kegels bestimmend 74, 76.
 , Vorwiegend des Cotopaxi-Kegels bildend 71, 75, 76, 77.

6.

Gänge im Krater des Mojanda 2.
 am Pasochen, B. und P. A. 64, 195, 238, 265.
 am Pincho, P. A. 71, 260.
 am Quilindima 160.
 am Rumiñahui, B. 65, 236, 239, 243.
 am Sincholagua, A. P. A. und P. A. 65, 192, 249.
 Ganggesteine zeigen ein Zurücktreten der Einsprenglinge 225.
 Gasbläschen im Quarz 45.
 Gase aus den Spalten der Cotopaxi-Lava von 1860 95.
 Gasexhalationen, siehe: Fumarolen.
 Geknickte Knoten 63.
 Gebirge Europas vor der Eiszeit 185.
 Geflecktes Aussehen der Grundmasse 47.
 Gefüge, netzartiges, der Einschlüsse in A. P. A. 262.
 Gehänge des Cotopaxi-Kegels, um streifen an den Einschartungen des Kraterandes 85.
 , wätere, des Rumiñahui mit Tuff bedeckt 65.
 des Quilindima, mit Grasnarbe bedeckt 160.
 Geologisch-topographische Skizze:
 des Angachungun-Gebirges 12—13.
 des Cayambe 8.
 des Cotopaxi 72—101.
 des Cotopaxi-Fussgebirges 67—72.
 des Cuzin 12.
 des Cayliche 12.
 des Ibarra-Beckens 4—8.
 des Imbabura 11—12.
 des Mojanda 9—11.
 des Paschoa 64.
 des Quilindima 154—165.
 des Rumiñahui 64—65.
 des Sincholagua 65—67.

Geröllablagerung an den in die Mulde des Quilindña mündenden Thälern 156.
 Geschichte des Cotopaxi von seiner Entstehung bis zu seinem Untergang 146—150.
 der Cotopaxi-Ausbrüche, reicht nur 350 Jahre zurück 143.
 des Quilindña von seiner Entstehung bis heute 166—167.
 Geschwindigkeit des Aufstieges der Aschensäule 115.
 der Schlammströme 109.
 der Ueberschwemmungsfluthen bei Ausbrüchen des Cotopaxi 108.
 Gestalt, siehe: Forma.
 Gestaltung, Aufbau und Zerstörung vulkanischer Gebirge, erfordern geologische Zeiträume 160.
 Gesteine der Cotopaxi-Gruppe 224—237.
 des Morro 230, 234.
 der einzelnen Vulkanberge, siehe: Uebersicht 1, 279—280.
 , zersetzte, des Quilindña 109.
 , grüne, zweifelhafter Natur, bei El Salazar 69.
 Gesteinsabstürze im Cotopaxi-Krater 78.
 Gesteinsanalysen, siehe: Analysen.
 Gesteinsbleichen, krystallinisch entwickelte, als Einschlüsse zu deuten 222.
 Gefäße bei Cotopaxi-Ausbrüchen 82, 83, 102, 104, 110, 111, 116—119, 121, 125.
 beim Ausbruch von 1877 110, 111, 121.
 beim Ausstossen der Dampfsäule 82, 83.
 beim Beginn der Ausbrüche 104.
 wie Artilleriesalven 121.
 , in grossen Entfernungen gehört, nicht aber in der Umgebung des Berges 102, 116, 117, 121.
 der Vulkane, nicht unterirdisch 117.
 des Sangay, in Guayaquil gehört, siehe: Nachträge.
 , an der Mündung des Ausbruchskanals entstehend 117.
 beim Zerplatzen der ausgeworfenen Gesteinsstücke 113.
 bei Erdbeben 117.
 bei der Fortbewegung der Schlammströme 105.
 Gewicht des Manzana-Iruico-Lavastromes 142.
 Gipfel des Cotopaxi 75.

Gipfel des Cotopaxi scheint seine Lage zu verändern 135.
 des Fussgebirges, Pwacho, die Kegelgestalt des Cotopaxi unterbrechend 147.
 des Quilindña, in eine Felspyramide umgewandelt 167.
 des Sincholagua und Ramihalmi, werden der-einst, als Somma-artige Ueberreste, aus dem zu doppelter Höhe angewachsenen Cotopaxi-Kegel hervorragen 149.
 , centrale, werden durch Gletschererosion in Felspyramiden umgewandelt 165.
 , vereinzelte, ragen in Ecuador in die Schneeregion auf 163.
 Gipfel Ausbrüche am Cotopaxi 99, 147.
 am Quilindña 166.
 Gipfelgestein des Cotopaxi, P. A. 263—264.
 Gipfelpyramide auf Doungebirge, Anzeichen alter Gletschererosion 174.
 des Quilindña 163.
 , mit Matterhorn verglichen 158.
 bildet die Rückwand der Thäler erster Ordnung 157.
 des Sincholagua 161.
 Glas in Amphibol 26, 27, 58.
 in Dazit 246.
 in Einschluss in A. A. 223, Taf. VII. 1.
 in Basaltgang 243.
 in P. A., globalitenreich 259.
 in Feldspath 202, 221, 254, 262, 267.
 , Mikrolithen-armes bis -freies 202.
 der Grundmasse der A. 46.
 der A. B. A. 255.
 der A. B. P. A. 221, Taf. VI. 5, 6.
 der A. P. A. 246, 270.
 der B. 236, 239, 248.
 der B. A. 222, 256, 267, 268.
 der B. P. A. 263.
 der P. A. 52, 235, 236, 240, 244, 245, 247, 259, 262, 263, 265, 266, 268, 269, 271.
 der P. A., von Luftbläschen erfüllt 266.
 basischer Laven enthält oft Globuliten 225.
 , oft in den Haufwerken 221.
 , mit grösseren Mikrolithen, in den Haufwerken 221.

Glas in Olivin 219, Taf. V. 3,
 , verschieden vom Glas der Grundmasse
263,
 in Pyroxen 245,
 in Quarz 45,
 in den Quarzen der Einschlüsse der Coto-
 paxi-Laven 191,
 oder Tridymit in Grundmasse der B. A. 272,
 mit viel Tridymit bildet die Grundmasse
 eines D. 246,
 als Zwischenklemmungsmasse in P. A. 238,
 Glasartiges Silikat in zerfallendem Amphibol
 Taf. I. 3, 4; II. 10; III. 10a, 13, 14,
 Glasbasis in B. D. 241,
 in Einschlüssen der A. P. A. 223, 245, 252,
257, 259,
 , globulitisch gekörnelt, in P. A. 49,
 Glasglanz der B. A. 257,
 Glasglänzende, schwarze Theile in cotaxitischem
 B. A. 256,
 Glasige Basis in A. D. 50,
 in P. A. 51,
 Grundmasse der A. und D. 47,
 der A. A. 54,
 der P. A. 266,
 und hyalopilitische Grundmasse der A. A. 55,
 Partien in B. A. 257,
 und steinige Schichten in B. A. 255,
 Glasreiche Grundmasse der P. A. 267,
 Gletscher am Altar 163, 170, 173, 182,
 am Antisana 173, 181,
 am Carhuairazo 173, 180,
 am Cayambe 172, 181,
 am Cerro hermoso 88, 182,
 am Chimborazo 172, 181,
 am Cotacachi 180,
 am Cotopaxi 86, 88, 182,
 am Illiza 169—170, 180,
 am Kibo 175,
 am Quilindña 158, 160, 161, 166, 167,
181,
 am Rucu-Pichincha, nicht mehr vorhanden
168,
 am Ruwenzori 175,
 am Sangay 182,
 am Sara-ureu 88, 181,
 am Tunguragua 182,
 in Ecuador, zuerst von Wagner erkannt 177.

Gletscher in Colombia 177,
 , verhältnissmässig kurz, in Ecuador, 163,
 im Grund der Kare, Chimborazo 172,
 im Krater des Altar 170, 173,
 des Antisana 173,
 des Carhuairazo 173,
 am Cotopaxi und Sangay, durch Aschen-
 bedeckung verhüllt 86, 87, 179,
 am Chimborazo, durch Schuttmassen verhüllt
179,
 verhüllen die Gehänge der Centralpyramide
 des Quilindña 160,
 am Quilindña, erreichen nicht mehr den
 Grund der Thäler 161, 167,
 , an Grösse allmähig abnehmend 161, 167,
 , abgestürzte Massen, am Quilindña 161,
 , abstürzende Massen, am Chimborazo 172,
 , rückwärts einschneidend 174,
 , Rückzug durch Rückwärts-einschneiden mit-
 bedingt 165,
 müssen ihre Betten vertiefen 164,
 vernichten selbst die Bedingungen ihrer
 Existenz 167, 173,
 der europäischen Eiszeit finden fertig ge-
 bildete Thäler vor 185,
 in Ecuador finden an den neuen Vulkan-
 kegeln keine fertigen Thäler vor 185,
 an regelmässigen Vulkankegeln 172,
 , alte, reichen in Ecuador kaum tiefer herab,
 wie heute 162—163,
 , kaum tiefer, wie heute der Altar-
 Gletscher 163,
 , Ausdehnung derselben am Quilindña
161, 162,
 , lag in muldenförmigen Einsenkungen
163,
 am Cotopaxi werden abnehmen, wenn Sin-
 eholagus und Quilindña bis unter
 die Schneegrenze abgetragen sind
187—188,
 Gletscherbetten, alte, sind für sich allein kein
 Beweis einer Eiszeit 173,
 , alte, am Illiza 170,
 , am Kenia 174,
 Gletscherenden, absolute Höhen an den Bergen
 Ecuadors 180—182, 183, 184,
 , mittlere Höhe in Ecuador 183, 184,
 in der Ost-Cordillere 183.

Gletscherenden, mittlere Höhe in der West-Cordillere 183,
 , von Aschenschichten bedeckt, am Cotopaxi und Sangay 179,
 , unter Schutt begraben, am Chimborazo 172, 179,
 Gletscherentwicklung, drei Stadien, am Quilindua 161,
 Gletschererosion in Afrika 174—175,
 in Ecuador 163—165, 167—168,
 in Nordamerika 165,
 am Altar 170,
 am Cayambe 172,
 am Chimborazo 172,
 am Corazon 171,
 am Cotacachi 167—168,
 am Illiza 169—170,
 am Kenia 174,
 am Kibo 175,
 am Mawenzi 174, 175,
 am Picacho des Cotopaxi 171,
 am Quilindua 162, 166—167,
 am Mt. Ruiner 165,
 am Rucu-Pichinch 168,
 am Rumiñahui 171,
 am Sinaloga 167,
 in den grossen, mit Schnee und Eis erfüllten Kraterkesseln 173,
 am Illiza, verglichen mit der am Altar und Antisana 170,
 bedingt eigenenthümliche Formen der vulkanischen Gebirge Ecuadors 173,
 bedingt die Formen der höchsten Berggipfel der Erde 186,
 erzeugte die flachen Böden, die sumpfigen Ebenen und die kleinen Seen in den Thälern des Quilindua 162,
 erzeugte die Kesselthäler am Quilindua 164,
 , Gleichrüttigkeit der Wirkung in den verschiedenen Gebirgen und Zonen 187,
 Gletscherforschung in Nordamerika 165—166,
 , Ergebnisse in Ecuador 173—174,
 Gletschergrenze in Ecuador 180—185,
 , Extreme der — 184,
 , mittlere, in Ecuador 183,
 in der Ost-Cordillere 183,
 in der West-Cordillere 183,
 Gletscherhöhlen am Cayambe 172,

Gletscherhöhlen am Illiza 170,
 Gletschermaulen, Form derselben 163,
 Gletscherrand, Abschmelzung bedingt durch die Tieferlegung der Gletscherbetten 165,
 Gletscherrückgang, in Ecuador durch lokale Ursachen bedingt 162—163, 165, 173, 174, 175, 187—188,
 am Kenia, durch lokale Ursachen bedingt 174, siehe auch: Nachträge,
 Gletscherschliffe am Illiza 170,
 bilden für sich allein keine Beweise einer allgemeinen Eiszeit 173,
 Gletscherschwankungen in Ecuador 187,
 , durch fast unmerkliche Klimaschwankungen hervorgerufen 188,
 Gletscherspuren am Cotacachi, Rucu-Pichinch und Sinaloga, noch nicht direkt nachgewiesen 168,
 Gletscherthäler werden durch Gletschererosion verflacht 173,
 erster und zweiter Ordnung 165,
 zweiter Ordnung am Quilindua 167,
 am Rucu-Pichinch 168,
 , rückwärts einschneidend 164,
 Gletscherwirkung, Rucu-Pichinch der — entspricht 173,
 Glimmer 45, siehe auch: pleochroitlicher Glimmer, Biotit,
 in A. A. 54,
 in A. P. A. 260,
 in A. D. 60,
 in P. A. 192, 245, 247, 249, 250, 261, 267,
 in Hantwerken der P. A. 267,
 in Amphibol 20, 58,
 in Feldspath 212,
 , mit Tridymit, in P. A. 244, 245, Taf. VII. 2,
 in D. 212,
 , pleochroitlicher, ein spätes Erstarrungsprodukt 212,
 in D. 212,
 in Grundmasse der D. 226,
 in P. A. 266,
 in Tridymithäfen 196,
 mit Pyroxen-Magnetitrand 20,
 -Fetzen in P. A. 192, 245, 249, 266, 267,
 in Einschlüssen der P. A. 245,
 , mit Tridymit, in P. A. 245,

Glimmer-Andesit von Langagua, gehört wohl zum B. A. 231.

Globuliten, wohl Augitkörnchen 46,
im Glas der Grundmasse basischer Laven 225,
im Glas der basaltischen Oberflächenströme 236,
im Glas der Grundmasse der P. A. 238,
240, 265,
in Grundmasse der B. D. 241,
in Grundmasse eines Einschlusses in B. 243,
in Grundmasse der basischen P. A. 234,
trüben die Grundmasse der P. A. 244, 245,
249, 262.

Globulitähnliche Theilchen in braunen Flecken der Grundmasse der P. A. 261.

Globulitenreiche, basaltartige Basis der P. A. 267,
Fehler in Grundmasse der B. A. P. A. 254.

Globulitenreiches Glas in Grundmasse der B. 239, 248,
der P. A. 247, 266.

Globulitisch gekörnerte Glasbasis in P. A. 49,
50, 51.

Glockenförmige Bergerüste, nach Wagner 145,
Trachytome, nach A. von Humboldt 144.

Glühend beleuchtete Dampfsäule 125.

Glühende Lava im Cotopaxi-Krater 83,
Gesteinsstücke, ausgeworfen vom Cotopaxi 1877 113.

Glühversuche mit Hornblende 26, 37.

Gneisse 4.

Gradmessung der französischen Akademiker 126.

Grasnarbe an den Gehängen des Quilindain 159,
bedeckt die vulkanischen Berge in der Umgebung des Quilindain 155.

Grate, messerartige, zwischen den Thalkesseln des Quilindain 157.

Grobkörnige Grundmasse der B. 236, 239.

Grösse der Amphiboleinsprenglinge in A. 26,
in A. A. 53, 51, 57,
in A. D. 58,
der Amphibole in Glashasis der A. P. A. 57,
des Apatits 45,
der Aschenheilften des Cotopaxi 109, 112,
der Biotitschuppen in B. A. 267,
der Binssteinhülle von S. Felipe 69,
der durch Schlammströme des Cotopaxi verführten Blöcke 92—93, 105,
der Eisblöcke in Schlammströmen 107,

Grösse der Feldspathe in A. 15, 23,
in A. A. 54, 57,
in A. D. 55, 58, 59,
in A. P. A. 57,
in B. D. 241,
in D. 55,
in P. A. 49, 50, 51, 53, 56, 238, 240,
241, 247, 248, 250, 262, 263, 265,
267, 269,
der Feldspatmikrolithen in P. A. 263,
der alten Gletscherthäler am Ilizita 170,
am Quilindain 163,
der Globuliten der Grundmasse in A. 46,
des Ibarra-Beckens 5,
des Kraters des Altar 171,
des Cotopaxi 82, 83, 84,
veränderlich 131,
Kritik der Messungen 85,
des Mojanda 9,
der durch Schneewasser am Cotopaxi 1877 heraufgeführten Lavaklumpen 122,
der Magnetisen- und Pyroxenkörnchen in Grundmasse der P. A. 248,
des Olivins in A. 44,
des Pyroxens in A. 25, 51, 56, 240,
der Quarzeinsprenglinge in A. D. 60,
der Quarzeinschlüsse in den Cotopaxi-Laven 91,
der Resorptionshaufen in P. A. 245,
Grössenverhältnisse des Cotopaxi 135—139,
des Quilindain 159,
Grössere Höhe der Pico-Formation auf der Südseite des Cotopaxi 72,
Grundfläche, siehe auch: Basis,
des Minzann-huico-Lavastromes 141,
Grundmasse der A. und D. 46—48,
der A. und D., meist pilothitisch 225,
der A. A. 53, 54, 57, 58, 230, 232, 250,
der A. B. A. 258,
der A. B. P. A. 255,
der A. D. 58, 59, 60,
der A. P. A. 233, 246, 249, 250, 251, 252,
256, 259, 260, 264,
der B. 236, 239, 243, 248,
der B. A. 257,
der Binssteine der Humboldt'schen Sammlung 233,
der P. A. 261.

Grundmasse der Einsenstein-Einschlüsse in A. P. A. 270.

der B. A. 198, 229, 231, 232, 255, 256, 257, 272.

enthält vielleicht Saindün 198,
in basischen und sauren Varietäten
nicht zu unterscheiden 232.

der B. A. P. A. 249, 254.

der B. D. 211.

der B. P. A. 246.

der Bomben zeigt vitrophyrische Ausbildung 225.

der D. 48, 55, 188, 226, 227, 246.

der Einschlüsse in P. A. 245.

, lamprophyrischen, in A. B. A. 258.

, weissen, in A. P. A. 256.

der Feldspathgesteine vom Sinchologua 236.

der Haufwerke, verschied. von der Haupt-
grundmasse 221.

der P. A. 49, 50, 51, 52, 56, 234, 235.

236, 238, 239, 240, 241, 242, 244.

247, 248, 249, 250, 251, 254, 256.

260, 261, 262, 263, 264, 265, 266.

267, 268, 269, 270, 271, Taf. VII.

2, 4.

, ähnlich der des B. 49.

, enthält Kalkspath 49.

mit Plagioklaszwillingen 49.

einer eisenarmen Varietät, holokrystallin 225.

enthält, wie und da, Tridymit als wesent-
lichen Bestandtheil 196.

, pilotaxitische, kann Tridymit an Stelle des
Gesteinsgases enthalten 197.

mit glasiger Basis 50, 52.

mit aureolenartigen Coarctionen 50.

in Hypersthen 218.

in Feldspath 24, 201, 231, 239, 241, 247,
253, 267, 268, 271.

gleichmässig vertheilt. in A. und B. 201,
zonar gebautem, in den Randzonen
201.

in Olivin 219.

in Pyroxen 25.

Grüner Amphibol in Grundmasse der A. B. A.
258.

in A. P. A. 249, 252, 253, 270.

in B. A. 257.

in P. A. 258.

Grünstein, Ursprungslagerstätte der Quarze der
Cotopaxi-Laven, nach Wolf 91.

Gruppe des Cotopaxi und der ihn umgebenden
Vulkanberge 191.

der Schneeberge am den Cotopaxi bedingt
mit die tiefe Lage der Schneegrenze
187.

Gruppierung der Glimmerblättchen 212.

Gyps im Krater des Cotopaxi 79.

H.

Hämatit in D. 226, 241.

Hängeregelscher 166.

am Quilindaus 160.

Handstücke, Zahl der von E. Esch benützten 3.

Haufwerke, Gebilde der als Sprenglinge auf-
tretenden Mineralien 230.

, innere Ausbildung 221.

in A. B. A. 221, Taf. VI, 5, 6.

in B. A. P. A. 254.

in P. A. 250, 264, 267, 269.

von Augit, Hypersthen, Feldspath und Magnet-
eisen in A. B. A. 221, Taf. VI, 5, 6.

von Augitkörnern in A. P. A. 246, 254,
259.

von Olivin und Feldspath in basischen
Laven 221.

von Pyroxen, Plagioklas und Magnet-
eisen in P. A. 247.

, unter besonderen Druck- und Temperatur-
verhältnissen gebildet 221.

Historische Ausbrüche des Cotopaxi 101—103.

Zeit, beginnt für den Cotopaxi mit der fran-
zösischen Gradmessung 103.

, beginnt für Ecuador mit der spanischen
Eroberung 103.

Hochplateau des Antisana, schneefrei 183.

Höhe der Aschen- und Dampfsäule des Coto-
paxi 114—116.

, Fehler bei der Schätzung 115.

des Galera (Pasto) 115.

des Calderngrundes im Sinchologua 66.

der Calderawände im Paschoja 64.

von Caraburo nach Junu und Ulloa 128.

nach Bouguer 127.

nach Bouguer, La Condamine und Reiss,

Kontrolle der Cotopaxi-Messung 129
bis 130.

Höhe des Cayambo, nach Bouguer und La Condamine 129,
 des Chimborazo, nach Bouguer, La Condamine, Reiss und Whymper 129,
 des Corazon, nach Bouguer, La Condamine, Reiss und Whymper 129,
 des Cotopaxi, nach den französischen Akademikern, muss, für etwa 1740, richtig sein 128, 130, 134,
 , nach Juan und Ullon 128,
 in 1872 132, 134,
 in 1880 132—134,
 , nach Whymper's Messung, wohl etwas zu hoch 134,
 , Messungen und Kritik derselben 126 his 135,
 , durch die französischen Akademiker vor dem Beginn der neuen Ausbrüche gemessen 131,
 , von A. von Humboldt nicht gemessen 130—131,
 ist veränderlich 131, 132,
 über Caraburo, nach den französischen Akademikern 127,
 , nach Juan und Ullon 128,
 des Südwest-Gipfels des Cotopaxi 133—134, 135,
 des Ostflusses des Cotopaxi-Kegels 93,
 des Cotopaxi-Fussgebirges 146,
 der alten Gletscherbetten am Ilinza 170,
 der Gletscherenden in Ecuador 180—185,
 der alten Gletscherenden in Ecuador 163,
 des Gletscherendes um Altar 170, 182,
 der Gletscherenden am Ilinza 160, 180,
 der Gletschergrenze am Ruwenzori 175,
 , Extreme, in Ecuador 184,
 des Ilinza, nach Bouguer, La Condamine, Reiss 129,
 , Sattel zwischen den beiden Gipfelpyramiden 168,
 der Inca-Insel, nach Bouguer 127,
 auf La Condamine's Anregung erhöht 127,
 der Karrinder am Chimborazo 172,
 des Grundes der Kesselthäler am Quilindaña 157—158,
 der Endmoränen nn der Nordseite des Cayambo 181.

Höhe der alten Moränen am Quilindaña 162,
 des Punktes, an welchem die Manzanales-Lava sich in zwei Arme theilt 155,
 von Quito, nach Bouguer, La Condamine, Reiss und Stübel, Whymper, Hann 130,
 des Rucu-Pichincha, nach Bouguer, La Condamine, Reiss 129,
 des Suru-arcu, nach Whymper 181,
 des schneebedeckten Theiles des Quilindaña 163,
 des Cayambe 8,
 der Schneegrenze am Cotopaxi 77, 88, 176, 177, 184—185,
 in Ecuador 88, 175—185,
 nach Bouguer und La Condamine 175, 184,
 nach Boussingault 176, 184,
 nach Hall 176, 184,
 nach v. Humboldt 176, 184,
 nach Reiss 88, 180—184,
 nach Stübel 181—184,
 nach Wigner 182, 184,
 nach Whymper 182,
 , Ost-Cordillere 88, 176, 177, 181 bis 182, 183, 184,
 , West-Cordillere 175, 176, 177, 180 bis 181, 183, 184,
 , Extreme 184,
 nn Quilindaña 160,
 des Schnee- und Eismantels nn Cotopaxi 105,
 des Tunguragua, nach Bouguer, La Condamine, Reiss 129,
 , frühere, des Quilindaña 166,
 der Basis, und relative Höhe, des Aetna 137, 157,
 des Cotopaxi, Fuji-no-yama, Gunung Hijang, G. Idjen, G. Lémonang, G. Ringgit, G. Merapi, Kilimandjaro, Lagon du Fogo, Mauna Loa, Palma, Pico, Sete Cidades, Stromboli, Teyde, Teyde-Fussgebirge, Vesuv 137, 138,
 , mittlere, der Gletschergrenze in Ecuador 183,
 in der Ost-Cordillere 183,
 in der West-Cordillere 183.

Höhe, mittlere, der Schneegrenze in Ecuador 183,
184,
 in der Ost-Cordillere 183,
 in der West-Cordillere 182,
 , relative, des Cotopaxi 118, 137,
 des Casin 12,
 des Imbabura 11,
 des Mojanda 10,
 des Paschoa 64,
 des Picacho del Cotopaxi 70,
 des Putzulagua 189,
 des Quilindña 139,
 der centralen Felspyramide des Quilinda
 dain 167, 168—169,
 des Rumiñahui 65,
 des Sinchulagua 67,
 der unter „Höhe der Basis“ angeführten
 Vulkanberge 137, 138,
 Höhe und Stärke der Kraterumwallung des Altar,
 müssen stetig abnehmen 170,
 Höhen in Ecuador, siehe: Namen-Verzeichniss,
 und Höhenunterschiede der oberen und unteren
 Enden der neuen Cotopaxi-Laven 99,
 , Chiri-machai-volcan 92,
 , Diaz-chaiana-volcan 92,
 , Manzana-huico-volcan 95, 141,
 , Puna-huico-volcan 93,
 , Puna-ucu-volcan 93,
 Höhenabnahme des Cotopaxi, bei Vergrößerung
 des Kraters 131,
 Höhenbestimmung des Cotopaxi durch Juan und
 Ulloa 128, siehe auch: Berichtigungen,
 Höhenmessung des Cotopaxi durch die französi-
 schen Akademiiker 126—130,
 durch Reiss 132, 135,
 durch Whymper 132—134,
 der Südwest-Spitze des Cotopaxi durch
 Reiss und Stübel 135,
 Höhenmessungen des Cotopaxi ergeben einen Zu-
 wachs der Höhe von 194 m in 130
 Jahren 132,
 der Schneeberge Ecuadors durch Bouguer
 und La Condamine 129,
 Boussingaults sind von zweifolhaftem Werth
131,
 der Schnee- und Gletschergrenzen in Ecuador
 175—185.

Höhenmessungen von Reiss und Stübel, deren
 Veröffentlichung 178,
 Höhenunterschied zwischen Carabaro und Puna-
 huico nach Juan und Ulloa 128,
 der Kraterlinder des Cotopaxi 80,
 zwischen Puna-huico und Schneegrenze des
 Cotopaxi, nach Juan und Ulloa 128,
 Höhenzunahme des Cotopaxi 132,
 aus Verminderung des Kraterdurchmessers
 erschlossen 85,
 Höhlräume, drusenartige, mit Quarz in D. 194,
 Holokrystalline Grundmasse eines eisenarmen A.
225,
 der B. 236,
 der D. 227, 246,
 der lamprophyrischen Einschlüsse in A. B. A.
258,
 der P. A. 235, 238, 244,
 Hondon, Definition 164,
 Hondones am Biniza 170,
 Horizontalerstreckung der neuen Cotopaxi-Laven
99,
 Hornblende, siehe: Amphibol,
 Hyalopitische Erstarrungsform der basischen
 Laven 235,
 Grundmasse der A. 47,
 der A. A. 54, 58, 250,
 der A. B. P. A. 255,
 der A. P. A. 233, 251, 253, 256, 264,
 der basischen Oberflächenströme 236,
 der B. A. 255, 267,
 der B. A. P. A. 254,
 der D. 55,
 der P. A. 49, 51, 52, 234, 235, 238,
240, 241, 247, 249, 251, 262, 260,
262, 263, 267, 269, 270,
 Hypersthen 25, 216—218,
 begleitet fast in allen A. den Augit 225,
 in A. A. 58, 232, 250,
 in A. B. A. 258,
 in A. P. A. 233, 234, 271,
 in B. 236, 243,
 in B. A. 229, 232, 255, 267,
 in B. P. A. 253,
 in P. A. 56, 238, 240, 241, 244, 247, 248,
249, 250, 260, 264, 265,
 in Einschlüssen der A. P. A. 258, 257,
 der P. A. 245.

Hypersthen in Haufwerken, Hauptbestandteil 220,
 der A. B. A. 221, Taf. VI, 5, 6,
 der P. A. 250, 267,
 , in wechselnden Verhältnissen in P. A. 255,
 , vorwiegend in P. A. der Valle-vicioso-Berge
249,
 in zerfallendem Amphibol 27,
 in Augit 25, 216,
 umschliesst Apatit 210,
 Feldspath 218,
 mit Interpositionen 217, 252, Taf. V, 2, 4,
 , verwachsen mit Amphibol, gesetzmässig 214,
 mit Augit 25, 217,
 mit Augit und Feldspath 218, Taf. V,
5, 6,
 , mantelförmig von Augit umwachsen 25,
216, 253, Taf. VI, 1, 2,
 , aus Amphibol entstanden 27, 28, 29, 58,
 , umgewandelt in serpentinarartige Massen 26,
 , jünger als Augit 217,
 , zonare Bildung, selten 217,
 Hypersthen-Andesit 40, 41,
 Hypersthenmikrolithe in Glas der B. A. 220,
 Hypidiomorph-körnige Grundmasse der A. D. 60,
 der D. 48,
 Hypidiomorph-körnige Struktur der Haufwerke
221,
 Hypothesen zur Erklärung der Detonations-
 erscheinungen bei den Cotopaxi-Aus-
 brüchen; In Condamine, v. Humboldt,
 Soliro, Wolf, Kolberg, Stübel 116,
117—119, siehe auch: Nachträge,
 über die Entstehung der euntorinischen
 Vulkanberge: 144—146.

L. J.

Jahrestemperatur, mittlere, der Schneegrenze in
 Ost- und West-Cordillere, nach Hann
153,
 Iken-Bauten 76,
 Interandino Becken mit Seen erfüllt, nach Wagner
 und Stübel 144, 146,
 Ränne, catwässernde Thäler 166,
 Rinne am Fuss des Cotopaxi 118,
 Intercolline Ränne zwischen Cotopaxi, Sincho-
 lngua und Ramazhui 73, 92, 105, 108,
 , mit Schottablagerungen der Schlammströme
 bedeckt 106, 108,

Intercolline Ränne können die Cuchus nicht sein
164,
 Infiltration von Calciumcarbonat in die Grund-
 masse der P. A. 49,
 Innerer Bau der vulkanischen Gebirge nur dann
 verständlich, wenn man geologische
 Zeitperioden zu deren Aufbau an-
 nimmt 150,
 Inneres der neuen Cotopaxi-Laven, compacter
 Andesit 99,
 Interpositionen in Hypersthen 217, 252, Taf. V, 2,
 Intervalle zwischen den grösseren Ausbrüchen
 des Cotopaxi 103,
 Intratellurische Gebilde 220,

K.

Kalkgehalt der Feldspath, siehe auch: Anorthit-
 gehalt,
 in A. P. A. 253,
 in P. A. 193, 238, 240, 247, 262, 263, 265,
267, 268, 271,
 in den älteren Cotopaxi-Laven 193,
 Kalk-Natron-Feldspath 15,
 Kalkreiche Feldspath einsprenglinge 198,
 Kalkspath, siehe auch: Calcit, Carbonate,
 in Dneit 226,
 in P. A. 49, 244,
 in Feldspath 202,
 aus Feldspath des B. D. 241,
 aus Olivin des P. A. 251,
 , wohl auch aus Pyroxen des B. D. 241,
 und Chlorit im Feldspath, wohl ein Zer-
 setzungsprodukt der farbigen Ein-
 schlüsse 202,
 Kanäle der neuen Lava von 1853, Cotopaxi 95,
 Kaolin aus Feldspath in B. D. 241,
 Kar, Kare 164, 166, 174,
 am Chimborazo 172,
 am Kibo 173,
 am Ruen-Pichincha 168,
 am Quilindima 163—164,
 Karlsbader Durchkreuzungszwilling 198, Taf.
 IV, 4,
 Zwilling 15, 198, 199,
 mit Albitzwilling verwachsen 192,
 Karten des Cotopaxi von Wolf und v. Thienmann
72,
 Kataklysmentheorie 144,

Kegel des Cotopaxi 72—151, 261—271.

- . Alter [143](#), [144](#).
 - . auf hoher Basis aufgebaut [135](#).
 - . über einer zu 4000 m Höhe angenommenen Basis [139](#).
 - . Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte [146—150](#).
 - . Fass schwer zu bestimmen [72](#).
 - . Gesteine [261—271](#).
 - . Grundfläche [136](#).
 - . Höhe, siehe: Höhe.
 - . umhüllt ein älteres Gebirge [139](#).
 - . über dem mittleren Theil des Fussgebirges aufgebaut [147](#).
 - . ist ein Lavakegel [147](#).
 - . von Norden nach Süden gestreckt [73](#).
 - . Neigungswinkel der Gehänge [75](#), [76](#), [77](#), [85](#), [94](#), [108](#), [136](#), [137](#), [139](#), [141](#).
 - . berechneter [137](#), [139](#).
 - . Masse [142](#).
 - . Rauminhalt [136](#), [140](#).
 - . vereinigt die einzelnen Theile der grossen Vulkan-Gruppe [150](#).
 - . verglichen mit Aetna und Vesuv [140](#).
- Kegelberge, vulkanische, Tabelle der Grösse und der Neigung der Gehänge [137](#).
- Kegelform, ursprüngliche, der vulkanischen Schneeberge [172](#).
- Kegelgestalt des Cotopaxi durch den Piracho unterbrochen [147](#).
- Kesselartige Erweiterung der radialen Thäler des Rumiñahui [65](#).
- Kesselförmige Einsenkungen am Sincologua [167](#).
- . obere Theile der Quilindaña-Thäler [157](#).
- Kesselthäler, Bildung derselben [165](#).
- . durch Erosion des Eises [163](#).
- . durch Erosion des süsssen Wassers [163](#).
- . sumpfig, am Quilindaña [163](#).
- . am Quilindaña, durch Gletschererosion entstanden [164](#).
- Kennzeichen alter Vergletscherung [174](#).
- Kern, kreisrunder, in Feldspath des P. A. [245](#).
- Taf. IV. 3.
- Kenntnis, lückenhafte, der historischen Schlammströme des Cotopaxi [98](#).
- . des Cotopaxi-Fussgebirges [72](#), [146](#).
- Kieselsäuregehalt, hoher, der A. bedingt das Auftreten von Amphibol und Biotit [235](#).

Kieselsäuregehalt, niedriger, des B. D. [242](#).

- . eines D. vom Rumiñahui [227](#).
- Klarer Himmel über den Wolkenschichten [119](#).
- Klimaschwankungen, welche Eiszeiten hervorgerufen, können sehr gering sein [188](#).
- . lokale, genügen zur Erklärung lokaler Eiszeiten [188](#).
- Kluftflächen, rüthlich gefärbt, in P. A. [263](#).
- Klüfte, aufzuführende, in den Quarzeinschlüssen der Cotopaxi-Laven [262](#).
- Knoten von Chisínche [63](#).
- . von Tiupullo [63](#), [64](#).
- Körniger Quarz, Einschluss in P. A. [263](#).
- Körniges Aussehen der B. A. [257](#).
- Kohlensäure, bis jetzt am Cotopaxi nicht direkt nachgewiesen [125](#).
- Kranz von Magneteisen um Pyroxen in P. A. [271](#).
- . von Pyroxen und Magneteisen um frischen Olivin [271](#).
- Krater des Altar [177](#).
- . des Antisana [173](#).
- . des Asaya [11](#).
- . des Carhuairazo [173](#).
- . des Chimborazo [173](#).
- . der Cocha-loma [12](#).
- . des Cotopaxi [73—85](#).
- . nach Reiss 78—79.
- . nach Stübel [79—80](#).
- . nach v. Thielmann 81—82.
- . nach Whymper 82—84.
- . nach Wolf 80—81.
- . des Canru [12](#).
- . des Cusin [12](#).
- . des Cuvilche [12](#).
- . des Imbabura [11](#).
- . des Mojanda [9](#).
- . San Francisco-cocha [12](#).
- . mit Gletschern erfüllt [170](#), [173](#), [177](#).
- Kraterboden des Rumiñahui [65](#).
- Kraterseinsenkung des Pascoen, zur Caldera erweitert [64](#).
- Kraterhömer des Cotopaxi [136](#).
- Kraterkessel, am Sincologua [167](#).
- . alter, am Ilizita [170](#).
- Kraterrand des Cotopaxi [75](#), [86](#).
- . Veränderungen desselben [85](#).
- Kraterseen [12](#).

Kraterumwallung des Altar wird durch Gletscher-
erosion zerstört 170—171.

Kraterwände des Altar sind von zwei Seiten der
Gletschererosion ausgesetzt 170.

Kreideformation 4.

Kreuzartig verästelte Plagioklase in P. A. 238.

Kristalle von Plagioklas mit gleichmässig ver-
theilten Grundmasseneinschlüssen in
basischen A. und in B. 201.

, stark zerfressene, des Feldspaths, sind von
höherem Alter 201.

Krystalline, erz- und pyroxenarme Grundmasse
der Einschlüsse in P. A. 245.

Krystallinische Schiefer 4, 92.

Krystallisation des Augit aus Opacit 33—34.

des Magnetit aus Opacit 33—34.

der Opacitmase 33—34.

Krystallite von Magnetit im Glas der P. A. 271.

von Pyroxen im Glas der P. A. 271.

Kugeln, radial-strahlige, im Glas der B. A. 272.

Kurven der Gehänge des Cotopaxi-Kegels 118.

L.

Labradorit 10, 23, 203, 204, 205, 206, 207, 209,
210, 211, 227, 243, 245, 246, 269.

in A. A. 19, 22.

in A. B. P. A. 206.

in A. P. A. 18, 22, 205, 207, 211, 246.

in B. 204, 213.

in B. D. 208.

in D. 227.

in P. A. 203, 204, 206, 207, 209, 210, 254,
264, 269.

, der in den äusseren Zonen in Lab.-And.
übergeht in P. A. 245.

bis And. 18, 19, 22, 203, 204, 205, 206,
207, 208, 209, 232, 233, 238, 240,
246, 251, 252, 253, 256, 260, 263,
265, 266.

in A. A. 19, 22, 232.

in A. P. A. 18, 22, 205, 206, 246, 252.

in B. 203, 206.

in B. A. 208, 256.

in Bismutstein A. v. Humboldts 233.

in B. P. A. 253.

in D. 233.

in P. A. 203, 204, 205, 206, 207, 209,
238, 240, 251, 260, 263, 265, 266.

Labradorit bis And., seltener für die äusseren
Zonen, in P. A. 269.

bis And.-Ol. in A. A. 19, 22.

in A. P. A. 252.

in B. D. 211.

in P. A. 251.

bis Byt. 18, 19, 24, 203, 204, 205, 206,
207, 208, 209, 210, 235, 239, 240,
242, 245, 247, 260, 262, 267, 268,
270.

in A. A. 19, 22.

in A. P. A. 18, 22, 204, 206, 207, 260.

in B. 203, 204, 205, 239.

in B. A. P. A. 206.

in B. D. 212.

in D. 203, 226.

in P. A. 203, 204, 205, 207, 208, 209,
210, 240, 245, 247, 260, 262, 266,
267, 268, 270.

bis Byt.-Lab. in A. P. A. 208.

in P. A. 209.

bis Lab.-And. in P. A. 245,
in Apatit-führendem, pyroxenreichem A.
219.

Lab.-And. bis And. in B. 239.

bis And.-Ol. in B. A. 257.

im Morro-Gestein 239.

in P. A. 204, 244, 267.

bis Byt. in P. A. 238.

bis Byt.-Lab. in P. A. 207.

bis Lab.-Byt. in B. 204.

in P. A. 203, 204, 207, 208, 267.

bis Ol.-And. in A. P. A. 200.

Lab.-Byt. bis And. in A. P. A. 19, 22, 250.

in P. A. 18, 22, 245, 250, 259, 268.

bis And.-Lab. in P. A. 211.

bis And.-Ol. in A. A. 19, 22.

in A. B. P. A. 253.

in A. P. A. 253, 270.

in B. A. 231, 232.

in B. A. P. A. 254.

in P. A. 211.

bis Byt.-Lab. in A. P. A. 204.

in P. A. 204, 249, 259.

bis Lab. in B. 243.

in P. A. 241, 244, 261, 268.

bis Lab.-And. in A. A. 230.

in A. P. A. 261.

Lab.-Byt. bis Lab.-And. in B. [204](#), [242](#)
 in B. A. [232](#),
 in B. A. P. A. [240](#),
 in P. A. [205](#), [247](#), [265](#), [266](#), [269](#)
 bis Ol. in A. A. [19](#), [22](#),
 bis Ol.-Ab. in A. A. [19](#), [22](#),
 bis Ol.-And. in A. P. A. [233](#), [252](#),
 als Kern eines zonargebauten, von einem
 And.-Ol.-Rand umgebenen Felspathes
[200](#).

Lab.-Ol.-Reihe [24](#).

Lage des Cotopaxi mit den umgehenden Bergen
[118](#),
 des Quillindña [154](#),
 , symmetrische, der Einschlüsse in mikro-
 lithischen Wachstumsformen des Fels-
 pathes [201](#),
 , tiefe, der Schneegrenze in der Ost-Cor-
 dillere [83](#).

Lagerungsverhältnisse, verwickelte, in den Thä-
 lern des zerstörten Cotopaxi [140](#) bis
[150](#).

Lamellenfreier Felspath der Einschlüsse in P. A.
[245](#),
 in Grundmasse der B. A. [272](#).

Lamellirter Felspath in Grundmasse der B. [239](#),
 in Grundmasse der Einschlüsse in Gang-
 Basalt. [243](#),
 in P. A. [238](#), [240](#), [245](#).

Lamprophyrische Einschlüsse in den Gesteinen
 des Rio Cutuche. sind Fremdlinge
[223](#).

Lamprophyrischer Habitus eines Einschlusses in
 A. B. A. [258](#).

Länge der Manzana-humero-Lava [141](#),
 der Tauri-pomba-Lava [91](#),
 der Yana-sachin-Lava [91](#).

Lapilli beim Cotopaxi-Ausbruch von 1877 [112](#)
 als Einschlüsse in A. P. A. [257](#).

Lapillischichten an der Westseite des Cotopaxi [76](#),
 im Fussgebirge des Cotopaxi [146](#).

Lava. Laven, siehe auch: Lavaströme, Lavabänke,
 Gesteine,
 , basische, zeigen häufig hyalolitische Er-
 starrungsformen [225](#),
 , beim plötzlichen Erstarren der — wird
 Wärme frei [43](#),
 des Cotopaxi, am Kraterand [271](#).

Lava des Cotopaxi steigt im Kraterschlot [125](#),
 tritt aus dem Gipfelkrater hervor [90](#),
[104](#),
 von 1853 und 1877 aus dem Gipfelkrater
 geflossen [90](#),
 über den Kraterand überwallend [121](#),
 an den niedersten Stellen des Krater-
 randes überfließend [125](#),
 , übergequollene, am Nord-Kraterand [73](#),
 , Zurücksinken derselben im Krater [81](#),
 glühend aufwallend im Grund des Kraters
[83](#),
 , neue, etwa 5 m dick auf der Nordwest-
 Spitze [81](#),
 , abgestürzte, am Nordkraterand [73](#),
 , stürzt bei den Ausbrüchen über den
 oberen, steilen Abhang des Kegels
 herab [104](#),
 , bahnt sich glühend einen Weg durch
 den Eis- und Schneemantel des Ber-
 ges [105](#),
 , staut sich an den flacheren unteren Ge-
 hängen des Kegels an [104](#),
 , scheint in neuerer Zeit in grosser Zahl
 an der Westseite des Kegels geflossen
 zu sein [95](#),
 , zu feinstem Pulver zerstäubt [114](#),
 , petrographische Beschreibung [193](#), [201](#)
 bis [271](#),
 , mit kopfgrossen Quarzeinschlüssen [194](#),
 , besitzen manchmal basaltische Struktur
[193](#),
 , ältere und neuere bilden eine zusammen-
 hängende Reihe [193](#),
 von 1853, am Basalt-ähnlichsten [236](#),
 , ältere, als Bruchstücke in dem Schlamm-
 strom von Diaz-chalana [92](#),
 , durch Fumarolenthätigkeit zersetzt [76](#).

Laven, dunkle, in den Binastreintuffen des Coto-
 paxi-Fussgebirges [63](#),
 am Pascocha [64](#),
 am Quillindña, flach im unteren, steil im
 centralen Theil des Berges [150](#),
 den Eruptionsschlot erfüllend [167](#),
 am Sincholagua [66](#),
 , auskristallisirte, eisenarme, am Sincho-
 lagua [236](#),
 , schliefrige, am Sincholagua [66](#).

Lavaausbruch des Cotopaxi von 1877, verschiedene Erklärungsversuche 124.
 Lavaausbrüche des Cotopaxi 121, siehe auch: Ausbrüche.
 Lavaaustritt, 1877 am Cotopaxi, von Aschenaustriff begleitet 111.
 Lavaauswurf am Cotopaxi 125.
 Lavabänke, steil abgebrochene, nahe dem Nord-Kraterrand des Cotopaxi 73.
 herrschen im Innern des Cotopaxi-Kraters vor 73.
 , Mächtigkeit derselben an der Ost- und Westseite des Cotopaxi 76, 77.
 des Cotopaxi-Fussgebirges, oft schwer von den Lavabänken des Cotopaxi-Kegels zu unterscheiden 146—147.
 den Schlackenagglomeraten eingelagert, am Chimborazo 172.
 im Rio Aml, am Quilindafu 160.
 mit 30 Grad geneigt, in den Wänden der Caldera des Sincholagua 66.
 , pseudoparallele, in den Schluchten am Nordabhang des Cotopaxi-Kegels 73, 92, 104.
 an der Ost- und Westseite des Cotopaxi-Fussgebirges 146.
 bauen den Cotopaxi-Kegel auf 147.
 mit Schlackenzwischenlagen beweisen, dass das Cotopaxi-Fussgebirge durch oft wiederholte Ausbrüche aufgebaut wurde 146.
 am Quilindafu 159—160, 166.
 am Rumiñahui 66.
 am Sincholagua 66.
 Lavabücke auf der Oberfläche der Lava von 1853 94.
 durch Schneewasser zusammengeschwemmt, nach v. Humboldt 123.
 bis 3 Meter im Durchmesser, 10—12 Kilometer fortgeführt durch die Schlammströme des Chir-machi-volcan 92.
 , grosse, durch Schlammströme verführt 92 bis 93, 105, siehe Nachträge.
 , heisse, noch glühende, 1853 durch die Schlammströme bis Latacunga geführt 107.
 Lavaerguss am Cotopaxi, selten lange dauernd 125.

Lavaerguss am Cotopaxi vom Jahre 1877 122.
 Lavaefetzen als Auswürflinge des Cotopaxi 125, von 1 Meter Durchmesser, 1877 vom Cotopaxi ausgeworfen 113.
 an Stelle eines Lavaströms, Cotopaxi 1877 112.
 Lavaklampen, Cotopaxi 1877, Verbreitung derselben 122, 123.
 , Masse derselben 123.
 erscheinen wie aus der Luft auf den Kegelschulden gefallen 122.
 durch Schneemassen an den Gelnagen herabgeführt 122.
 , grösste Menge unterhalb der Schneegrenze aufgehäuft 122.
 sind kein Lavaström 122, 123.
 Lavaklumpenfeld, Mächtigkeit und Ausdehnung 123.
 Lavaklumpenströme, nach Wolf 121—124.
 , deren Zwischenmasse 123.
 sind aus der Nomenklatur zu streichen 124.
 Lavamasse in der Centralpyramide des Quilindafu 160.
 , herabblühende, im Krater des Cotopaxi, mehr Stübel 79.
 Lavastüle beim Ausbruch des Cotopaxi 1877 124.
 bei den Ausbrüchen auf Hawaii 124.
 Lavaströme. Lavaströme. Definition nach v. Humboldt 123.
 wirken zerstörend am Aetna und am Vesuv 104.
 , 15—20 übereinander liegend, am Quilindafu 159.
 Lavaströme am Cotopaxi:
 im Schnees- und Eismantel des Berges 88.
 als Wülste aus der Schneedecke hervortretend 91, 91, 92, 93, 104.
 von Schnee und Eis bedeckt 93.
 im Eise eingelagert 86.
 bilden die Bausteine des Berges 104, 147.
 werden oft in grösserer Zahl bei einem Ausbruch ergossen 97.
 werden durch neuere Lavaergüsse überdeckt 98.
 in den intercollinen Räumen an der Nordseite 73.

Lavaströme am Cotopaxi und Schlammströme stehen in enger Beziehung 97.

Lavaströme, neue, z. Th. historische, am Cotopaxi: 89, 103, 120—124, 125, 193.

Zusammenstellung 96.

nach v. Humboldt 89.

verglichen mit den Lavaströmen des Antisana 89, 99.

erzeugt jeder einen Schlammstrom 98, 105, 108.

erreichen nicht das bewohnte Land 104.

werden aus dem Gipfelkrater ergossen 99, 104.

müssen sich ihren Weg durch Schnee und Eis bahnen 105.

zerstören die Schnee- und Eisbedeckung in den Schluchten 87.

compunkt im Innern, z. Th. pfiehlertünnig abgesondert 99, 130—131.

werden durch die Schlamm- und Wasserfluten zerstört 95.

verleihen durch ihren Verlauf der Westseite des Berges ein eigenenthümliches Aussehen 95.

entsprechen ihrer Zahl nach nicht der Zahl der bekannten Ausbrüche 98.

bei den Ausbrüchen beobachtete 130 bis 124.

, schnelle Fortbewegung 95.

noch warme 88.

schmelzen rasch den frisch gefallenen Schnee 87.

an der Nordseite 73, 90—92.

an der Ostseite 77, 92—94.

nach A. v. Humboldt 89—90, 93.

an der Südseite 89—90, 94.

nach A. v. Humboldt 90, 93, 94.

an der Westseite 75, 76, 88, 94—95.

ihrer ganzen Ausdehnung nach zugänglich 94.

z. Th. diagonal verlaufend 95.

Chiri-machai-volcan 92—93, 95, 262 bis 263.

aus der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts 93.

Dinze-minana-volcan 92, 93, 96, 262.

aus der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts 92.

Lavaströme, neue, z. Th. historische, am Cotopaxi: Manzana-luñico-volcan 88, 94—95, 141 bis 142, 263.

aus dem Jahre 1853 88.

in mehrere Arme zertheilt 94, 95.

beginnt in 5900 m Höhe 76.

Berechnung der Masse 141—142.

Neigungsverhältnisse 141.

stammt aus dem Gipfelkrater 141.

verglichen mit den Lavaströmen anderer Vulkane 142.

war 1872 noch warm 95.

wurde 1877 durch Schlammfluthen zerstört 107.

Minas-volcan A. v. Humboldts = dem südlichen Arme des Puma-neu-volcan 90, 93—94, 96.

Potrillo-volcan = Puen-luñico-volcan 93, 96.

Puen-luñico-volcan 93, 96, 263.

Puma-neu-volcan, dessen südlicher Arm = Minas-volcan A. v. Humboldts 93 bis 94, 95.

Taruga-puñana-luñico-volcan Stüßel = Minas-volcan v. Humboldts 94.

Tauri-pamba-volcan 91, 96, 262.

Yana-sacha-volcan 90—91, 96, 264.

Höhen und Höhenunterschiede der oberen und unteren Enden der angeführten — 90, 91, 92, 93, 95, 99.

beobachtet in den Jahren 1743 und 1744, 1853, 1878, 1885? 120.

im Jahre 1877 kein zusammenhängender Lavaström ergossen 123.

Lavaströme, pseudoparallele, siehe: Lavabänke.

Lavawald an oberen Ende des Manzana-luñico-volcan 94.

Lebensgeschichte des Cotopaxi 146—150.

des Mt. Rniaiers 165—166.

des Quillindaña 166—167.

eines in die Schneeregion aufragenden Vulkan berges 165—166.

Leichen im Rio Esmeraldas beim Cotopaxi-Ausbruch 1877 108.

Linie der Schneegrenze, auf- und absteigend 87.

Liparit aus Martinique 85.

Litteratur über den Bismstein von S. Felipe 230.

über den Cotopaxi 72, 151—154, 189.

- Literatur über das Fangogebirge des Cotopaxi [67](#),
über das von E. Esch bearbeitete Gebiet [3](#),
über den Pascohon [64](#),
über den Putzlaguna [189](#),
über das Quilindafin [175](#),
über den Rumiñahui [64](#),
über den Sincholagua [65](#),
über den Zerfall der Hornblende [20](#),
Lenguliten in glasiger Grundmasse [47](#),
in Grundmasse der A. A. [54](#),
Luft, atmosphärische, mit Wasserdampf, ent-
strömte 1872 der Lavn „Manzan-
huico-vokan“ [95](#),
Luftbläschen erfüllen das Glas der Grundmasse
der P. A. [266](#),
Luftschicht, ruhende, in den interandinen Räumen;
bewegte im darüber hinreichenden
Ostwind [115](#),
Luftströmung, feuchte, warme, aus dem Ama-
zonas-Becken [86](#), [88](#).

M.

- Mächtigkeit der ausgeworfenen Asche bei Aus-
brüchen des Cotopaxi [100](#),
der Aschenschicht beim Cotopaxi-Ausbruch
1877 [112](#),
der Auswurfmassen nimmt gegen den Gipfel
des Cotopaxi zu [113](#),
des Eises am Cotopaxi [86](#),
der Gänge am Quilindafin [160](#),
der alte Gletscher am Quilindafin, lässt sich
aus der Lage der alten Moränen nicht
bestimmen [162](#),
der Lavabank im Rio Am. Quilindafin
[160](#),
der Lavabänke am Cotopaxi [76](#), [77](#), [266](#),
[268](#),
des Lavastromes von 1853, Cotopaxi [95](#),
[141](#),
und Ausdehnung der Lavaklumpenfelder,
Cotopaxi 1877 [123](#),
der Schlammströme des Cotopaxi [106](#),
des Schlammes und Schuttes auf der Hoch-
fläche von Latacunga beim Ausbruch
von 1877 [106](#),
des Schlammstromes in der Schlucht des
Rio Pastaza [106](#),
Mächtigkeit des Schnee- und Eismantels am Qui-
lindafin wird bedingt durch die öst-
liche Lage des Berges [166](#),
Magma, seine chemischen und mechanischen
Einwirkungen [32](#),
Magmatische Corrosion, siehe auch: Corrosion,
Zerfall,
am Amphibol [80](#), [214](#),
am Biotit [30](#),
am Plagioklas Taf. I 1.
Umwandlung des Amphibol [26—44](#),
Magnesia, hoher Gehalt der Bauschanalyse eines
D. vom Rumiñahui [227](#),
Magnesiacarbonat als Zersetzungsprodukt des
Olivins [218](#),
Magnetit, Magnetisen [20](#), [30](#), [46](#),
in A. A. [250](#),
in A. B. A. [258](#),
in A. P. A. [233](#), [252](#), [256](#), [260](#), [264](#),
in B. A. [255](#), [260](#), [267](#), [268](#),
in B. A. P. A. [249](#),
in B. P. A. [253](#),
in D. [236](#),
in P. A. [241](#), [247](#), [249](#), [251](#), [260](#), [262](#),
[265](#), [266](#), [267](#), [271](#),
im Glas der basischen Oberflächenströme
[236](#),
in Grundmasse der A. und D. [46](#), [245](#),
der A. A. [68](#), [232](#),
der B. [236](#), [239](#),
der B. A., selten [229](#),
der P. A. [234](#), [235](#), [240](#), [248](#), [254](#), [262](#),
[265](#), [267](#),
der lamprophyrischen Einschlüsse [258](#),
in Amphibol [31](#),
in zerfallendem Amphibol [22](#), [29—44](#),
Taf. I 3; II 8; III 10a, 11.
in Augitangen [222](#),
in Biotit [212](#), [272](#),
in den Einschlüssen in A. P. A. [253](#),
in den Haufwerken [220](#),
der A. B. A. [221](#), Taf. VI 5, 6,
der P. A. [247](#), [250](#), [267](#),
in Augit [25](#), [216](#), [238](#), [270](#),
in neugebildetem Augit Taf. II 6,
in Hypersthen [25](#),
aus zerfallendem Amphibol [26](#), [27—44](#),
bei Augitbildung ausgestossen [34](#).

Magnetit aus Biotit 213, 241.
 aus Olivin 218.
 aus Opacit 33—34.
 randlich an dem aus Amphibol entstan-
 denen Augit Taf. III. 14.
 bildet wohl die Globuliten im B. 236.
 durch Strömungen vom Augit getrennt 34.
 chemische Unterscheidung vom Opacit 33.
 Verwachsung mit Augit 25.
 umschliesst Apatit 219, 253.
 Feldspath 202.
 Pyroxenkörner 250.
 strahlenförmiger 222, Taf. VI. 3.
 verdrängt den Augit in den Augithaufen 246.
 in P. A. 251.
 in Pyroxenlunten 265.
 im Resorptionsrand des Amphibols 270.
 Plagioklas, Pyroxen, Hypersthen bilden die
 Hauptmasse der Andesite 225.
 Magnetitkranz um Pyroxen 271.
 Magnetitkristalle sind in der Grundmasse klein 34.
 aus zerfallendem Amphibol sind grösser, wie
 die der Grundmasse 34.
 Magnetit-Pyroxenaggregat 20.
 randlich am Amphibol der Grundmasse 58.
 Magnetit-Pyroxenrand um Amphibol findet sich
 in entglaster, nicht in gläseriger Grund-
 masse 56.
 um frischen Olivin 211.
 Magnetische Schlieren in P. A. 247.
 Makroskopisch erkennbare Biotitschuppen 257.
 nicht sichtbare Ausscheidungen 220—222.
 Makroskopische Einschlüsse 222—223.
 Makroskopischer Amphibol 26.
 Mandeln von Opal in Bomben 100.
 Mangel an Uebereinstimmung der von den spani-
 schen Offizieren erlangten Resultate
 mit den Messungen der französischen
 Akademiker 120, 128.
 Mantelbildung um einfachen Kern eines Feld-
 spaths 201.
 Manzana-luicio-volcan, siehe: Lavaströme, neue,
 des Cotopaxi.
 Margarite in gläseriger Grundmasse 47.
 der A. A. 54.
 der B. A. 257.
 Margaritenähnliche Gebilde in Apatit 219.

Masse der Lavaklumpen beim Cotopaxi-Ausbruch
 von 1877 123.
 des Lavaströmes „Manzana-luicio-volcan“
140—142.
 des geschmolzenen Schnees und Eises beim
 Cotopaxi-Ausbruch von 1877, nach
 Sodiro 108.
 des Schnee- und Eismantels des Cotopaxi,
 nach Sodiro 108.
 Matterhorn, Vergleich mit dem Gipfel des Qui-
 lindón 158.
 -artige Form des Picacho 72.
 Formen durch Gletschererosion erzeugt
165, 186.
 Formen der Hintza-Gipfel durch Gletscher-
 erosion entstanden 111.
 Menge der in Guayaquil gefallenen Cotopaxi-
 Asche in 1877 111—112.
 Mengenverhältnisse der Feldspath, Augite und
 des Erzes, unter sich und zur Grund-
 masse sehr verschieden 46.
 Menschenleben verloren durch die Schlammströme
 des Cotopaxi 106, 107.
 Messungen des Cotopaxi durch französische,
 deutsche und englische Reisende 126.
 des Cotopaxi, ergeben Höhenzuwachs in den
 letzten 200 Jahren 126, 132.
 der französischen Akademiker 126—130.
 der spanischen Seeoffiziere 126, 128.
 der Schneegrenze am Cotopaxi 87—88, 176.
177, 181—182.
 in Ecuador 175—185.
 Methoden zur Feldspathbestimmung 16.
 Mikrolithen, Auslöschungsschiefe 203.
 von Feldspath in Glas und Grundmasse der
 B. A. 256, 272.
 in Glas der Hnauwerke 221, Taf. VI. 5, 6.
 in Grundmasse der Einschlüsse in A. P. A.
256.
 in Grundmasse der P. A. 250, 251, 260.
263, 265.
 mit sehr hohem Kalkgehalt 263.
 von Feldspath und Hypersthen im Glas der
 Grundmasse der B. A. 229.
 in einem Teig von Tridymit in P. A. 234.
 Mikrolithenarme Basis der P. A. 268.
 Mikrolithenarmes Glas, Einschluss im Olivin,
 P. A. 263.

Mikrolithenflöz, glasgetränkter 46,
 , glasgetränkter, Grundmasse der A. A. 54,
 der Grundmasse der P. A. 50, 52,
 Mikrolithisch entgaste Basis der A. P. A. 57,
 Grundmasse der A. A. 53,
 Mikroperthitische Verwachsungen 24, 50,
 Mikroskopische Farbe und Gestalt der Amphibol-
 einsprenglinge 26,
 Mindestwerth des bei den Cotopaxi-Ausbrüchen
 geförderten Gesamtmaterials 140,
 Mineralien in A. und D. der Cotopaxi-Gruppe
 194—223,
 in dem von E. Esch bearbeiteten Gebiet 15
 bis 46,
 der Haufwerke, nicht zu unterscheiden von
 denen des einschliessenden Gesteins 222,
 , welche die A. und D. zusammensetzen
225,
 Mittlere Höhe des Cotopaxi-Fussgebirges 147,
 der Gletschergrenze in Ecuador 183, 184,
 in der Ost-Cordillere 183,
 in der West-Cordillere 183,
 der Schneegrenze in Ecuador 183,
 in der Ost-Cordillere 183,
 in der West-Cordillere 183,
 Mittlerer Theil des Fussgebirges unter dem Coto-
 paxikegel begraben 147,
 Mittelzahlen für die Schneegrenze geben, bei
 wenigen Messungen, zweifelhafte Re-
 sultate 184, 185,
 Möglichkeit des Aufbaues grosser Vulkanberge
 durch allmähliche Aufschüttung 160,
 Molekulare Umlagerung beim Zerfall des Am-
 phibols 32,
 Monogene Vulkane, nach Stübel 145,
 Monokliner Pyroxen 25, siehe: Pyroxen,
 Moränen können mit Ueberresten von Schlamm-
 strömen verwechselt werden 188,
 an der Nordseite des Cayambe 181,
 , alte, ihre Lage gestattet nicht, die Mäch-
 tigkeit der alten Gletscher zu be-
 stimmen 162,
 sind für sich allein kein Beweis einer
 allgemeinen Eiszeit 173,
 am Iliniza 170,
 am Quitindáa 161—162.

Moränen, alte, am Quitindáa, aus drei Stadien
 der Gletscherentwicklung 161,
 ineinander gelagert 161,
 Muchan-rumi, grosse durch Schlammfluthen fort-
 geführte Lavalbänke, Chiri-machai-
 volcan 93,
 Mühle von Quitu, Begrenzung gegen Süden 63,
 Mulden am oberen Ende der Thäler des Quitin-
 dáa 156,
 Muscheliger Bruch der B. A. 257,
 der P. A. 244, 263, 265,
 Muscovit in Plagioklas der B. A. 241,
 in Feldspath der D. 226,
 in P. A. 247,
 ist wohl ein secundäres Produkt im Feld-
 spath 226,
 als Zersetzungsprodukt im Feldspath der D.
198,

N.

Nädelchen in Grundmasse der A. und D. 60,
 Namen der Pichincha-Gipfel nach A. v. Hum-
 boldt 176,
 nach M. Wagner 177,
 Natur der Quarzeinschlüsse in den Cotopaxi-
 Laven, zuerst von Blum erkannt 194,
 Nebenberge des Cotopaxi, z. Th. schon durch die
 Erosion angegriffen, z. Th. noch frisch
147,
 Negativformen des Quarzes in den Einschlüssen
 der Cotopaxi-Laven 194,
 Neigung der Achsenenebene im Feldspath der A.
 und D. 17—19,
 der Gehänge am Cotopaxi-Kegel 75, 76, 77,
85, 94, 108, 135, 137, 139, 141,
 der Lavenbänke am Quitindáa 159,
 , mittlere, des Cotopaxi-Kegels 137, 139,
 des Aetna, Fuji-no-yama, Gunung Hijang,
 G. Idjen, G. Lémonang, G. Ringgit,
 G. Merapi, Kilimandjaro, Lagon de
 Fogo, Mauna Loa, Pinla, Pico, Sete
 Cúndes, Stromboli, Tryde, Tryde-
 Fussgebirges, Vesuv 137—138,
 Neigungsverhältnisse der vulkanischen Dom-
 gebirge variiren mehr wie die der
 Kegelberge 138—139,
 Nester von Pyroxensäurehaken in Magnetstein-
 krystallen 265,

Netzwerk von Plagioklas und Amphibol in den Einschlüssen der A. A. 223, Taf. VII. 1.
 von Plagioklasleisten in Einschluss der A. P. A. 259.
 Neue Cotopaxi-Laven, siehe: Lava, Lavenströme.
 Neubildung, siehe auch: Zerfall, Dissociation, Umwandlung.
 von Augit aus Amphibol 26—44, 51.
 von Feldspath in Opal 195.
 von Hypersthen 217.
 von Schueschorgen 187.
 Neubildungen aus Amphibol 32.
 finden sich oft in allen Stadien in ein und demselben Gestein 33.
 Nischen, höhlenartige, im Cotopaxi-Krater 83.
 Nordrand des Cotopaxi-Fussgebirges liegt unter dem Sinedingua begraben 147.
 Nordseite des Cotopaxi-Kegels 72—74, 90—92.
 des Quilindua, Thäler 156—157.
 Nullpunkt der Höhenmessungen der französischen Akademiker 127.

O.

Obere und untere Euden der neuen Lavaströme des Cotopaxi 90, 91, 92, 93, 95, 99.
 Obere Theile des Cotopaxi, durchwärmt 104.
 leuchtend, nach v. Humboldt 104.
 Obsidian nur aus dem Fussgebirge bekannt, nicht vom Cotopaxi-Kegel 70.
 Obsidianführende A. A. 91.
 Tuff-Formation, Cotopaxi-Fussgebirge 68 bis 70, 147, 193, 255—258.
 Obsidiongerröle im Rio Tumbayacu 69.
 Oligoklas 15, 19, 23, 24, 24, 214, 205, 207;
 siehe auch: Feldspath, Plagioklas.
 -Albit 19.
 -Andesin 198, 245, 210.
 - und Andesin-Mischung 202.
 , ohne Hinzutreten des Magmas, heine Zerfall des Amphibols gebildet 31.
 Olivin 44—45, 218—219.
 in A. D. 59.
 in A. P. A. 233, 251, 252, 264.
 in B. 256, 259, 243, 248.
 in B. D. 241, 242.
 in D. 55, 218, 226, 227, 241.

Olivin in P. A. 52, 191, 192, 224, 235, 238, 240, 245, 247, 248, 251, 254, 255, 260, 262, 263, 264, 267, 268, 269, 271.
 in Haufwerken mit Feldspath in P. A. 269.
 in Pyroxen 216.
 umschließt Feldspath 202, 221.
 idiomorphe Feldspathzwillinge 219.
 braunes Glas 263.
 Grundmasse 219.
 Plagioklas und Glas 219, Taf. V. 3.
 mit Erzrand in P. A. 269.
 mit Pyroxen- und Magnetitkranz in P. A. 271.
 umgewandelt in Chlorit 226.
 in Opal, selten 195.
 in Kalkspath, Serpentin und Opal 25.
 in Serpentin 238, 239.
 häufig in den reinen P. A. 224.
 nicht selten in den basischen Gliedern der Andesitreihe 225.
 manchmal in den neueren, wie in den älteren Laven des Cotopaxi 193.
 untergeordneter Bestandtheil der Haufwerke 220.
 fehlt in einzelnen B. 243.
 , schöne Einsprenglinge in P. A. 268.
 selten als Einsprengling in basischen P. A. 235.
 , corrodirte und umrandete Einsprenglinge 219.
 , umgewandelter, der B. D. 241, 242.
 der P. A. 269.
 , zer-setzter in D. 218, 227.
 in P. A. 240.
 , die Formen der Erz- und Chloriteinschlüsse im Feldspath der P. A. erinnern an Olivin 241.
 Opacit nach Zirkel und Vogelsang 29, 30.
 ein dem Pyroxen verwandtes Glas 32.
 eine Gemenge von Eisenoxyd und einem Silikat augitischer Natur 33.
 als Resorptionsprodukt 30.
 in den aus Amphibol entstandenen Augiten Taf. III. 14.
 im Pyroxen der Gimbasis 57.
 in Grundmasse der A. A. 58.
 der P. A., staubartig, nach Bonney 265.
 , Aussehen unter dem Mikroskop 32, 33.
 , erdiges 32.
 , metallisches 33.

- Opacit, leicht mit Magnetit zu verwechseln 33,
 , nur chemisch von Magnetit zu unterscheiden 33,
 aus zerfallendem Amphibol 26, 34, 35, 38,
50, 60, Taf. I, 2, 3, 4; II, 8, 10;
 III, 10a, 13,
 , primäres Zerfallprodukt des Amphibols 33,
 als vollständige Umwandlung des Amphibols 32,
 , Umwandlungsprodukt des Olivins 218,
 in Dacit, wohl aus Olivin entstanden 227,
 , mit Pyroxenkrystallen verwachsen 58,
 , künstlich, ohne Schmelzung aus Amphibol 37—38,
 Opacitbildung, Versuche von Lagorio 36—37,
 Opacitierter Amphibol in Glasbasis der A. P. A. 57,
 Opacitierung, künstliche, des Amphibols 37—38,
 als Resultat der Wärmeeinwirkung nachgewiesen 37—38,
 Opacitmasse 32,
 , Krytallisation derselben 33—34,
 Opacitrand um Amphibol 28, 32,
 um Amphibol nur in krystallisierter, nicht
 in glasiger Grundmasse 31, 36,
 um Serpentin 238,
 durch magnetische Einwirkung auf die Einsprenglinge entstanden 31,
 , Entstehungsart desselben aus Amphibol 34, 35,
 Opal 195, 202, 253, 260,
 aus Olivin 218, 248, 251,
 aus Pyroxen 195,
 Opalisierter Feldspatheinsprengling in P. A. 260,
 Opalisierung der Pyroxene 216,
 Optisches Verhalten des Amphibols 213—214,
261, 270—271,
 des bestäubten Apatits 219,
 des Biotits 212, 245,
 in A. P. A. 253,
 in B. A. 230, 231, 235, 257, 258, 272,
 des Chlorits 218,
 des Feldspaths 16, 17—19, 203—211,
 in B. A. 229, 255,
 in B. A. P. A. 254,
 in lamprophyrischem Einschluss 258,
 in Grundmasse der B. D. 241,
 in Feldspathgestein 236, Taf. VIII, 2,
 in P. A. 247, 265, 268,
 Optisches Verhalten des Feldspaths, Muscovit
 enthaltenden 236,
 , zonar gebauten 260,
 , Neubildung in Opal 195,
 , nach verschiedenen Gesetzen verzweigten 199,
 weist z. Th. auf Anorthit 198,
 des Glimmers 45,
 in A. P. A. 260,
 in P. A. 244, 259, 266, 267,
 , pleochroitischen 212,
 der Grundmasse der A. A. 232,
 der D. 236,
 der P. A. 240, 244, 245, 249,
 des Hypersthens 217,
 in A. B. A. 258,
 in A. P. A. 271,
 in B. P. A. 253,
 in Einschluss der A. P. A. 253, Taf. IV, 2,
 der P. A. 245,
 , der aus Amphibol entstanden 58,
 der radialstrahligen Kugeln im Glas des B. A. 272,
 des Olivins 44,
 des zersetzten Olivins 44,
 des Pyroxens 215—216,
 in P. A. 239, 245, 252, 265, 269,
 in zerfallendem Amphibol 27, 58,
 der Sphärolithen in B. A. 257,
 in Opal 195,
 in P. A. 260,
 des Tridymits in Candelabrum 197,
 des Turmalins in D. 226,
 Orientierung der Einschlüsse im Apatit 219,
 Orthoklas ist vielleicht der Glimmer als Zersetzungsprodukt umschliessende Feldspath 202,
 Ostabhang des Cotopaxi-Kegels, durchfurcht durch die aus dem Krater abfließenden Lavaströme 78,
 Ost-Cordillere, Bau derselben im Barra-Becken 5,
 , ein Ausläufer derselben ist vielleicht das Angochung-Gebirge 5,
 , Gletschengrenze 181—182,
 , mittlere 183,
 , extreme 184,
 , Schmelzgrenze 176, 177, 181, 182,
 , mittlere 183,

Ost-Cordillere, Schneegrenze, extreme 181,
Ostseite des Cotopaxi-Kegels 77–78, 92–93,
des Quilindajia, Thäler zweiter Ordnung 158,
Ost- und Südseite des Cotopaxi zeigen die ein-
fachen Schnee- und Gletscherverhält-
nisse 87.

P.

Parallel angeordnete Blasen im Bimsstein der
B. A. 258,
Parallele Lage der Augitsäulchen in zerfallendem
Amphibol Taf. I. 4,
Periklingsetz, Feldspathzwillinge 15, 54, 58, 59,
198, 200, 257, Taf. I. 1,
Periklinzwilling mit Albitlamellen 257, Taf. IV. 6,
Perlitische Absonderung im Glas der B. A. 229,
250, 258,
der Grundmasse der B. A. 257,
des Morro-Gesteins 230,
in den schwarzen Theilen eines euta-
xischen B. A. 256,
Kugeln in A. A. 250,
Risse in Grundmasse der B. A. 257,
der eutaixischen P. A. 259,
Struktur der A. A. 232,
Petrographische Beschreibung, allgemeine, der
Gesteine der Cotopaxi-Gruppe 224 bis
237,
der neuen Laven des Cotopaxi-Kegels 361
bis 364,
Phonolith 30,
Pischo-Formation des Cotopaxi-Fussgebirges 71
bis 72, 193, 258–261,
Platixitische Grundmasse 47, 225,
der A. A. 54, 230,
der basischen A. P. A. 233, 240, 250,
252, 260,
der B. A. 231, 232,
der B. A. P. A. 240,
der D. 55,
der P. A. 49, 51, 56, 234, 238, 239, 241,
247, 248, 250, 251, 254, 255, 259,
261, 263, 265, 268, 269, 271,
kann Tridymit an Stelle des Gesteinsglases
enthalten 197,
Platixitische Schlieren im Glas der P. A. 271,
Plagioklas, siehe auch: Feldspath und die ein-
zelnen Feldspatharten.

Plagioklas mit Augit, Hypersthen und Magnet-
eisen bilden die Hauptbestandtheile
der A. und D. 225,
bildet einen Hauptbestandtheil sämtlicher
Laven 197,
aus der Mischungsreihe Byt. und Ol.-And.
198,
in A. und D. 15, 23, 24, 49, 56,
in A. P. A. 233,
in B. 236, 239,
in B. A. 230, 257, 258, 272,
in B. D. 235, 241,
in P. A. 49, 234, 238, 239, 241, 244, 245,
261, 262, 263, 266, 268,
in Einschlüssen der A. A. 223, Taf. VII. 1,
eines Basaltganges 243,
der A. P. A. 223, 259, 253,
, Bestandtheil der Haufwerke 220,
, idiomorpher, bildet den Rand der Hauf-
werke 221,
in Haufwerken der P. A. 247,
in Olivin 219, Taf. V. 3,
in den Schnüren der Quarzeinschlüsse der
Cotopaxi-Laven 194,
, Muscovit umschliessend 241,
tritt in zwei Generationen auf 241,
, angefroren, in P. A. 239,
mit kreisrunden Kern 201, Taf. IV. 3,
, kreuzartig verästelt 234,
mit einschussfreiem Rand 263,
, mikroperthitische Verwachsungen 50,
, mit Amphibol gesetzlich verachsen 214,
, zonar gebauter, mit Lab.-Byt. im Kern
und And.-Ol. im Rand 260,
, nach verschiedenen Gesetzen verzwilligt
199, Taf. IV. 6,
, Zwillinge 49, 263, siehe auch: Zwillinge
und die verschiedenen Zwillingesetze,
Plan des Cotopaxi-Kraters, von Whympier 84,
Plateau von S. Pablo 11,
Plattenförmige Absonderung des A. P. A. 246,
des P. A. 251,
eines Basalt-Ganges 243,
eines P. A.-Ganges 239,
am Sauband eines P. A.-Ganges 238,
Pleochroismus beim Hypersthen 25,
des Olivins 44,
des Pyroxens 23, 245.

Mesochloritische Zone des Hypersthens in Einschluss in A. P. A. 253, Taf. IV. 2.
 Mesochloritischer Biotit in B. A. 272.
 Glimmer in A. P. A. 260.
 in P. A. 244, 247, 250, 267.
 Hypersthen in Grundmasse der A. B. A. 258.
 der Einschlüsse in P. A. 245.
 in Bimsstein der B. P. A. 253.
 Polarisationstöne des Olivins 44.
 Polysynthetischer Feldspath in B. A. 201, Taf. IV. 6.
 Porphyrische Struktur in den Gesteinen vorherrschend 225.
 der A. A. 50.
 der P. A. 51, 52, 56.
 Porphyrite 30.
 , ursprüngliche Lagerstätte der Quarzeinschlüsse in den Cotopaxi-Laven, nach Wolf 91.
 Potrerillos-volcan, siehe: Lavaströme, neue, des Cotopaxi.
 Profil des Cotopaxi-Kegels wird wesentlich durch die flacheren Theile der Gethänge bedingt 126.
 Pseudomorphosen von Carbonaten und Serpentin nach Olivin 243.
 von Opal nach Feldspath 195.
 Pseudoparallele Laven, siehe: Lavenbänke.
 Pseudosphärolithe, die Einsprenglinge umgebend 47.
 wohl aus Feldspath- und Quarzmädelchen bestehend 48.
 Publicationen über die französische Gradmessung in Ecuador 126.
 über die Höhenmessungen von Reiss und Stübel 178.
 Pucobuico-volcan, siehe: Lavaströme, neue, des Cotopaxi.
 Pulver, dunkles, eisenreiches, gewollt sich zu Tridymit 195.
 Pumpu-u-volcan, siehe: Lavaströme, neue, des Cotopaxi.
 Purpurrother P. A. 266.
 Pyrit in weissfarbigem D. 226.
 Pyroxen, monoklin; Augit 24, 25, 26, 30, 215 bis 216.
 , Plagioklas, Hypersthen und Magnetstein bilden die Hauptbestandtheile der Gesteine 225.

Pyroxen, beinahe ohne Ausnahme von Hypersthen begleitet 225.
 in A. A. 43, 53, 58, 250, 232, 250.
 Taf. II. 10; III. 10n.
 A. B. P. A. 221, 255, Taf. VI. 5, 6.
 in A. D. 55, 59, Taf. I. 3.
 in A. P. A. 36, 54, 57, 233, 246, 251, 252, 253, 261, 264, 270, Taf. III. 11, 12.
 in B. 215, 236, 237, 239, 243, 248, Taf. V. 1.
 tritt in olivinreichen B. gegen den Olivin zurück 237.
 in B. A. 224, 230, 234, 267.
 in H. A. P. A. 240.
 in D. 45, 220, 227, 246.
 , von Titanit begleitet 220.
 in P. A. A. Taf. I. 4, 5; II. 8.
 in P. A. 49, 50, 51, 52, 56, 214, 215, 218, 222, 234, 235, 236, 238, 239, 240, 241, 242, 244, 245, 247, 248, 249, 250, 251, 254, 255, 256, 260, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, Taf. V. 5, 6; VI. 1, 2, 3.
 tritt gegen den Feldspath zurück 235.
 in wechselnden Verhältniss zu Hypersthen 235.
 selten als Einsprengling in neueren P. A.
235.
 in Einschlüssen der A. P. A. 253.
 in Quarzeinschlüssen der P. A., auf Klüften 262.
 als Trümmer 255.
 mit Plagioklas als Schmelze 194.
 in Grundmasse als winzige Nädelchen 225.
 , wie in Bruchstücken 225.
 der A. und D. 46.
 der A. A. 58, 58, 232, 250.
 der A. B. P. A. 221, Taf. VI. 5, 6.
 der A. D., aus Amphibol 59, 60.
 der A. P. A. 57, 264.
 der B. 239, 248.
 der P. A. 49, 50, 56, 214, 215, 236, 238, 239, 240, 244, 247, 248, 251, 254, 259, 262, 263, 265, 266, 267, 268, 270.
 der Einschlüsse in P. A. 245, 259.
 in Handwerken, wesentlicher Bestandtheil 220.

Pyroxen in Haufwerken, mit kleinen Mengen

Feldspath den Kern bildend 221.

der A. B. A. 221, Taf. VI. 5, 6.

der B. A. P. A. 254, 259.

der P. A. 247, 250, 261.

in Amphibol 211.

, zerfallendem Taf. I. 4, 5; II. 8, 10.

III. 10a.

in Biotit 212.

in Feldspath 21, 216.

in Magnetit 216, 250.

in Tridymithaufen 195.

umschliesst Apatit 250.

Erzeugen 51—52.

Feldspath 212, 216, 221.

Glas und idiomorphen Feldspath 239.

245.

Hypersthen 25, 216.

Magnetit 216, 258, 259.

Olivin 216.

mit Erzausscheidungen 268.

mit Erzrand 52, 244.

mit mahnendem Schuppenhaufen von Tri-

dymit 195.

tritt in Gestalt von zerstörten Körnern und

Nädelchen in der Grundmasse der

P. A. auf 234.

zeigt keine Dissociationerscheinungen bei

Wärmeeinwirkung 35.

, ungenügende Neubildung 31.

, künstliche Neubildung aus Amphibol 38.

entsteht aus Amphibol beim Erstarren der

Laven 35.

entsteht aus Amphibol während des Auf-

stiegens des Magmas 36.

aus Amphibol entstanden 26—44, 58, Taf. I. 5;

II. 6; III. 11, 12, 13.

in Amphibolformen 28, 50, 51, 52, 53.

Taf. III. 14.

zeigt amphibolähnliche Schnitte 52.

und Feldspath in Verbindung mit unzer-

setztem Kern von Amphibol 270.

- und Feldspath-Haufen aus Biotit oder Am-

phibol entstanden 222.

- und Magnetitkörner als Umwandlungs-

produkt des Biotits 213.

, künstlich aus Opacit hergestellt, ohne

Schmelzung 35.

Pyroxen, Krystallisation aus Opacit 33, 34.

, Formen des P. bei rascher Entstehung aus

Opacit 34.

, gut ungrenzte Krystalle aus Opacit 34.

aus Opacit, oft mit grossen Magnetiten 34.

, durch nachträgliche Ablagerung entstanden,

in D. 216.

, umgewandelt in serpentinarartige Masse 26.

, selten in Opal 195, 216.

, den Hypersthen unwachsend 25, 214.

215, 217, Taf. VI. 1, 2.

, Verwachsung mit Amphibol 214.

mit Hypersthen und Feldspath 218.

Taf. V. 5, 6.

mit Opacit 58.

, gekrenzte, zweier Pyroxene 215.

, Zersetzungserscheinungen 216.

, zersetzter, in Grundmasse der P. A. 214.

, zonar gebauter 216, 254.

-Zwillinge 215, 254, Taf. V. 1.

optisches Verhalten 215—216.

in zerfallendem Amphibol 27.

, purpurroter in P. A. 265.

, rhombischer, siehe: Hypersthen.

Pyroxen-Amphibol-Analest 22, 45, 47, Taf. I.

4, 5; IV. 8.

am Cuyambe 45, 47.

am Cuzco 47.

am Mojanda 22.

Pyroxen-Analest 11, 14, 20, 21, 22, 38, 39, 40.

41, 44, 48—52, 62, 116, 160, 191.

192, 195, 201, 203, 204, 205, 206.

208, 209, 210, 211, 214, 215, 216.

217, 218, 234—236, 237—238, 239.

240—241, 242, 244—245, 247—248.

249—250, 251, 251—252, 254—255.

258—259, 260—260, 261—264, 264.

bis 270, 271.

am Angachagua-Gebirge 21, 22, 44, 52.

am Cotopaxi-Kegel 68, 92, 193, 207, 208.

260, 210, 211, 219, 222, 261—264.

264—270, Taf. V. 4; VI. 3; VII. 4.

am Cotopaxi, Plancha-Formation 71, 146.

195, 208, 210, 258, 259, 261, Taf. IV. 1.

am Cuzco 52.

am Cuvilebe 21, 51—52.

am Inaburn 21, 22, 50—51.

am Mojanda 11, 20, 26, 48—50, 56.

Pyroxen-Andesit am Pascocha 191, 203, 219,
237–238, 239, Taf. V, 3.
 am Quilindña 191, 192, 201, 206, 211,
215, 217, 218, 235, 251, 252, 254,
 Taf. IV, 51, V, 2, 5, 6; VI, 1, 2.
 am Rumiñahui 191, 192, 203, 204, 219,
240–241, 242.
 an der Sierra del Cabo de Gato 40.
 am Sinchologau 192, 198, 201, 204, 205,
236, 244–245, 247–248, 249, Taf.
 IV, 3, 4; VII, 2.
 an den Volcanciclos-Bergen 192, 205, 249
 bis 250.
 . chemische Analysen 55.
 bildet die Hauptmasse der Laven 224.
 baut den Cotopaxi-Kegel auf 92.
 der Pico-Formation ist schwer zu trennen
 von den Laven des Kegels 71.
 . aus Amphibol-Andesit entstanden 43.
 . schwer von A. A. zu trennen 38–42, 233.
 nach Ellich, Gümbel, Hatch, Koch, La-
 saulx, Rudolph, Zirkel 30–32.
 bildet das Mittelglied zwischen den saueren
 und den basischen Andesiten 234.
 . basische, bilden den Uebergang zu den
 Basalten 235, 263.
 . saure, bilden den Uebergang zum Dazit
235.
 . eisenarmer, = Sambacho-Typus 191.
 wird basaltähnlich durch viel Olivin 52.
 . basaltähnlicher, tritt als Gänge am Pa-
 scocha auf 191.
 . reiner, führt oft Olivin, nie aber Amphibol
 oder Biotit 224.
 hypersthenreicher, am Pascocha 191.
 ist am reichsten an basischem Feldspath
244.
 . saurer, führt seltener Apatit 219.
 führt Tridymit 195.
 mit rothen Schlieren 203.
 . typisches Vorkommen 49.
 Pyroxenarme Flecken in P. A. 204.
 Pyroxenartiges Sillkit + Eisenoxyd = Opacit
33.
 Pyroxenangen, Angitangen 25, 222.
 Pyroxengehalt der Gesteine steht, nach Rudolph,
 nicht in Verbindung mit der Ein-
 schmelzung des Amphibols 42.

Pyroxengeneration, frühere, in A. A. 232.
 Pyroxenhaufen in P. A. 221, 240, 267, Taf. VI, 3.
 Pyroxenkörner sind in der Mitte der Angitangen
 ohne Zwischenräume aneinander ge-
 wachsen 222.
 treten als Globulite der Grundmasse auf 46.
 deuten die Formen des ungetrübten Olivins
 an 218.
 und Säulchen, abgerundete, in P. A. 238,
271.
 Pyroxenkranz um Olivin 41, 219.
 um Quarz in D. und A. A. 45.
 um Serpentin in P. A. 238.
 Pyroxenkrystalliten im Glas der P. A. 271.
 Pyroxenmikrolithe 47.
 Pyroxenskelette, stiefelknechtförmige 25.
 Pyroxen-Magnetit-Rand, Entstehungszeit 30, 31.
 um Amphibol 30.
 um grüne Hornblende 30.
 um Amphibol und Glimmer 30.
 um Biotit 30.
 um Olivin 271.

Q.

Quarz 45, 194.
 in B. A. 256.
 in B. D. 241.
 in D. 45, 55, 194, 241, 246.
 in Grundmasse der B. D. 241, 242.
 der D. 48, 226, 227, 246.
 als Einsprengling in A. D. 55, 59.
 in D. 53.
 . grösserer, kommt im D. des Rumiñahui
 nicht vor 236.
 als Einschlüsse im P. A. 91, 194, 233, 262,
263, 265.
 . Abstammung der in den Cotopaxi-Laven
 auftretenden Quarzstücke 91.
 in Drusen der D. 226, 227, 242.
 von Titanit begleitet 240.
 von Tridymit in reichlichen Mengen begleitet
195.
 umschliesst Gashäuschen 45, 194.
 Glaspartikelchen 45.
 radienstrahlige Einschlüsse 194.
 Negativformen 194.
 zeigt sphärolithische Struktur in D. 194.
 mit Rand von Pyroxenkörnern 45.

Quarz als sekundäre Bildung 191.
 von rosenrother Farbe 55.
 in verwitterten Formen 59.
 mit unter 61 Grad sich schneidenden Spalt-
 rissen 45.
 Quarz-Andesit 55.
 Quarzgehalt des Puellaro-Dacits ist höher als der
 des Fuya-fuya-Dacits 55.
 Quebradas an der Südseite des Cotopaxi, Tiefe
 derselben 76.
 Quellkuppe des Putzulagua 189.
 Quellzuflüsse des Rio Pedregal 71.
 Quergliederung der Apaitisinseln 219.

R.

Radialstrahlige Kugeln im Glas der B. A. 272.
 Rand, siehe auch: Amphibol, Erz, Magnetit,
 Pyroxen,
 . einschlossfreier, des Feldspaths in P. A. 267.
 um einschlossreichen Kern des Feldspaths
201, 263, 271.
 . einschlossreicher, des Feldspaths 253.
 um einschlossfreien Feldspatkern 201.
 von Erzanscheidungen um Amphibol 251.
 . brauner, um Pyroxen, durch Erz bedingt
244.
 . schwarzer, um Amphibol in A. P. A. 252.
 Raulich corrodierte Einschlüsse in A. B. A. 258.
 Randzone des Feldspaths = Aml., in A. P. A. 261.
 . bis And.-Ol., in P. A. 271.
 Rapilli am Kegelschlag des Cotopaxi beim Aus-
 bruch von 1877 113.
 Rapilliregen bei den Cotopaxi-Ausbrüchen 102.
 Rauminhalt des Aetna 140.
 der Aschen- und Schlackenablagerungen
 beim Ausbruch des Cotopaxi im Jahre
 1853 142.
 des Cotopaxi-Kegels 139—140, 142.
 der Manzana-huico-Lava 142.
 des vom Cotopaxi in 350 Jahren geförderten
 Materials 142—143.
 des Vesuv 140.
 Reflexion, totale, und Auslöschung der Schall-
 wellen beim Eindringen in dichtere
 Schichten der Atmosphäre 118—119.

Regenzeit in der Ost-Cordillere während des
 Veranos 118, 119.
 Reibungsschliff auf der Lava von 1853 95.
 Reihe der Andesite 221.
 der sauren Gammali-Ausbrüche bis zum
 Fuesgebirge des Cotopaxi 72.
 der durch Gletschererosion verminderten vul-
 kanischen Berge 168.
 Reihenfolge der Auswurfsmassen bei Cotopaxi-
 Ausbrüchen 169.
 der Fumurengase am Cotopaxi 125.
 Rekurrenz im zonalen Bau der Feldspathe 15.
17, 18, 19, 20.
 Resorption, Ansicht von Belowski, Elich, Krich,
 Lagerio, Rosenbusch, Zirkel 30—32.
 des Amphibols 26—44, 214, 246, 252, 259.
261, Taf. VI 4.
 des Biotits oder Amphibols führt zur Bildung
 von Pyroxen- und Feldspath-Haufen
222.
 alter Einsprenglinge 220.
 kann Ausscheidungen bedingen 220.
 eisenreicher Mineralien bedingt wohl die Bil-
 dung der Augitaugen 222.
 Resorptionsgebilde in grossem Masse in B. A. 231.
 Resorptionshaufen in A. A. 232.
 in A. P. A. 214, 256, 261, 264.
 in B. A. P. A. 254.
 in P. A. 193, 214, 218, 250, 259, 260, 262.
 aus Amphibol oder Biotit 245.
 aus Biotit 250, 254, 254.
 mit Amphibolkern 214, 250.
 Resorptionshöfe um Amphibol 193, 250.
 Resorptionsprodukte, mantelbildend um Amphibol
215.
 Resorptionsrand um Amphibol 215, 260, 270.
 Taf. VI, 4.
 Resorptionsreste in Grundmasse des P. A. 257.
 . eisenhaltige, in A. P. A. 252.
 Resorptionsvorgänge in Biotit 213, 239.
 in Grundmasse des P. A. 261.
 . unvollendete, in B. A. P. A. 254.
 Reventazon = Lavastrom
 de las Minas, A. v. Humboldts, ist ein Arm
 des Puma-ucu-volcans 90, 93.
 Risse, perlitische, in Grundmasse des B. A. 257.
 in Grundmasse des entaxitischen P. A. 259.

Ruhepause von 200 Jahren in den Ausbrüchen des Cotopaxi 143.
 im Rückzug der Gletscher, am Quilindaña 167.
 Rückbildung von Ca CO₂ aus seinen Dissociationsprodukten 35.
 des Amphibols aus seinen Dissociationsprodukten 35.
 Rüksinken der Lava im Krater des Cotopaxi 81.
 Rückwärtseinschneiden der Gletscher zerstört die Firnfelder 174.
 der Gletscher wird durch den inneren Bau des Quilindaña begünstigt 166.
 der Gletscherthäler 164, 167.
 Rückwärtseinschneidende Gletscher am Altar 170.
 Rückzug der Gletscher durch Gletschererosion bedingt 165.
 der Gletscher durch die Vertiefung der Gletscherbetten mitbedingt 174.
 des Gletschers im Krater des Altar 171.
 der Gletscher am Kenia, durch lokale Verhältnisse verursacht 174.
 der Gletscher am Quilindaña 169.

S.

Salband eines Ganges von P. A. am Pasochoa 238.
 Säulenförmige Absonderung in Bomben des P. A. 271.
 Säulenförmiger P. A. 49.
 Salzsaure Dämpfe in den Fumarolen des Cotopaxi 120.
 am Cotopaxi, nur in Zeiten erhöhter Thätigkeit 126.
 Salzsäuregehalt der im Jahre 1877 in Guaynquil gefallenen Cotopaxi-Asche 120.
 Sandbache-Typus 191, 227, 235, 238, 290, 297, 261, 264, 267, 271, 272.
 Sanduhrformen beim Angit 25.
 Sandlin? 204, 205, 207.
 in D. ist noch fraglich 227.
 in D. fließt sich vielleicht unter den stark zersetzten Einsprenglingen 197.
 in den Gesteinen der Cotopaxi-Gruppe, optisch nicht festgestellt 167.
 Sattel zwischen den Gipfelpyramiden des Hiniza 169.
 Sattel zwischen Rumiñahui und Cotopaxi 74.
 Schätzung der Höhe der Dampfauße bei den Ausbrüchen des Cotopaxi 114.
 Schalenbau, concentrischer, der Sphärolithe der Umwandlungsprodukte in P. A. 260.
 Schallerzeugung bei Erdbeben 117.
 Schallphänomen bei den Cotopaxi-Ausbrüchen 102, 116—119, siehe auch: Getöse.
 Schallwellen gehen leichter von einer Thalseite zur andern, als in die Tiefe der Thäler 118.
 Schiefer, krystallinische, ursprüngliche Lagerstätte der in den Cotopaxi-Laven eingeschlossenen Quarze 91.
 Schieferberge des Cubillan 67, 155.
 bilden den Untergrund des Cotopaxi-Fussgebirges 146.
 bilden den Untergrund des Quilindaña 155.
 Schiefergrate der Carrera nueva, glänzen wie Schnee 154.
 Schieferiger P. A. 249.
 Schilderung eines Schlammstromes des Cotopaxi 106.
 des Cotopaxi-Ausbruches von 1877 nach Sodiro und Wolf 111.
 Schlacken der P. A. 91, 203, 265, 266.
 der P. A. sind reicher an Pyroxen wie das feste Gestein 265.
 , bräunliche, des P. A. 263.
 , purpurrothe, des P. A. 265.
 , schwarze, am Taura-pamba-volcan 91.
 Schlackenagglomerate, siehe auch: Agglomerat.
 , Bildung derselben durch den Cotopaxi-Ausbruch von 1877 erläutert 124.
 des Cotopaxi von 1877 werden rasch durch die Wasserfluthen weggeführt werden 147 bis 148.
 sind im Fussgebirge des Cotopaxi häufig 146, 147.
 scheinen im Cotopaxi-Kegel zu fehlen 147.
 am Pasochoa 238.
 von Gängen durchsetzt, am Pasochoa 237.
 am Piencho 146.
 am Quilindaña 165, 167.
 in der Centralpyramide des Quilindaña 169, 203.
 am Rumiñahui 65, 192, 299, 242.
 zwischen Lavaländen, am Rumiñahui 65.

Schlackenagglomerate, von Gängen durchsetzt, am Rumiñahui 239,
in den Valle-vecino-Bergen 250,
erleichtern die Gletschererosion am Chimborazo 172.
Schlackenanhäufungen, grosse, fehlen am Cotopaxi-Kegel 114.
Schlackenauswurf am Cotopaxi, siehe: Ausbrüche, Aschenausbrüche a. s. w.
Schlackenbildung der Lava im Krater des Cotopaxi 125.
Schlackenblöcke der P. A. 268.
Schlackenkegel, südliche, fehlen am Cotopaxi 117.
Schlackenkrusten der pseudoparallelen Laven im Cotopaxi-Fussgebirge 146.
Schlackenlager an der Westseite des Cotopaxi 70,
zwischen pseudoparallelen Laven des Cotopaxi, bei Tauripamba 92,
zwischen den Laveströmen am Quilindín 150.
Schlackenschichten am Pascocha 61,
am Piracho 71,
in den Quebradas am Piracho 71,
mit Bomben, am Sinalaguna 66.
Schlackiger P. A. 40, 51, 52.
Schlamm-see zwischen Mulalo und Latacunga im 1877 105.
Schlammströme des Cotopaxi 68, 73, 101—102, 105—109,
nach den Berichten der französischen Akademiker 105,
sind kein vulkanisches Phänomen 125,
Ursache derselben 125,
Entstehung und Verlauf 97, 105, 106, 108,
schmelzen den Schnee und das Eis in den Schluchten 87,
führen Eis, glühende Lava- und ältere Gesteinsblöcke 105,
wird jeder durch einen Lavaerguss erzeugt 98,
treten auf, seitdem der Cotopaxi die Schneeregion erreicht hat 148,
führen das Anbruchmaterial in die benachbarten Tiefländer 140,
bedingen langsameren Aufbau des vulkanischen Kegels 143,
bleiben vielfach unbeachtet 97, 98.

Schlammströme des Cotopaxi haben sich 1877 nach allen Seiten des Kegels ergossen 123,
ergossen sich an der Nordseite durch den Engpass von Llavejunga in die Quitomulde 108,
an der Ostseite des Kegels 107,
an der Südseite 76,
an der Westseite 107, 108,
am Chiri-machai-vulkan 92,
am Diaz-chiama-volcan 92, 262,
bei Horno-loma 255,
erzeugten 1877 ein dumpfes Brausen beim Herabstürzen am Kegel 121,
erfüllen die Schluchten 105, 106,
wirken zerstörend 101, 105,
Geschwindigkeit der Fortbewegung 105,
führten Menschenenteile aus Chillo in 18 Stunden las Esmeraldas 108,
bewegen sich wie Lavaströme 105,
führen kaltes Wasser 107,
sollen, nach P. Sodiro, halb aus Wasser, halb aus Schlutt und Asche bestehen 107,
von 1877, Berechnung des Volumens nach P. Sodiro 107,
historische 97,
13 in 350 Jahren 98,
von 1534 sind fraglich 98.
Schlammströme am Quilindín 166,
am Sinalaguna in 1669 60,
anderer Vulkanberge 125,
können mit Moränen verwechselt werden 188.
Schlieren von Tridymit in P. A. 248,
in P. A. 244, 247, 251, 263, 268, 271,
Schlierenartig ausgezogene Bruchstücke von Plagioklas in P. A. 241,
Schlierenartige, dunkle, glänzende Felder in B. A. P. A. 254,
Nester von Tridymit in P. A. 266,
Schlierenbildung in sanerem P. A. 241, Taf. VII 3,
Schliffe, 300 von E. Esch bearbeitet 3,
der Pichu-Pichu-Gesteine von Hatch 42,
Schluchten, tiefe, durch die Schlammströme 1877 erzeugt 107,
im unteren Theile der Quilindín-Thäler 156—157,
Schnee am Cotopaxi-Kegel plötzlich geschmolzen, beruht auf Täuschung 80—87.

Schnee des Cotopaxi durch Aschenauswürfe bedeckt 104.
 durch auffallende Lavafetzen von 1 Meter Durchmesser nur $\frac{1}{4}$ Meter tief geschmolzen 113.
 , frisch gefallener, bleibt nur kurze Zeit liegen 183.
 fällt zu allen Jahreszeiten am Cotopaxi 85.
 Schneebedeckte grosse Gebirgsmassen fehlen in Ecuador 163.
 Schneebedeckter Theil des Cotopaxi-Gipfels, nach Juan und Ulloa 128.
 nach La Condamine 128.
 Schneebedeckung des oberen Theiles des Cotopaxi-Kegels war nach dem Ausbruch von 1877 noch erhalten 104.
 des Cotopaxi-Kegels zeigte 1802 keine Unterbrechung 80.
 am Quilindaña, vermindert sich in der trockenen Jahreszeit 161.
 Schneeberge Ecuadors sind fast alle vulkanischer Natur 163.
 , isolirte der älteren Formationen 173.
 entstehen von Zeit zu Zeit in vulkanischen Gebirgen 187.
 wirken abkühlend auf die Umgebung 187.
 vergehen unter dem Einfluss der Erosion 187.
 bis unter die Schneegrenze abgetragen, durch Gletschererosion 171.
 , vulkanische, in ursprünglicher Kegelform 172.
 Schneefall, frischer, verändert das Aussehen des Cotopaxi 87.
 Schneefelder nur in einzelnen Flecken am Quilindaña 158.
 , ausgedehntere, nur an der Südseite des Quilindaña 160.
 am Sincholagua 66.
 Schneefreie Punkte, höchst, am Chimborazo 180.
182.
 am Cotopaxi 180.
 Streifen am Chimborazo 180.
 am Cotopaxi 180, 180.
 Schneegrenze am Altar 177.
 am Antisana 176, 181.
 am Cari-huasi-rano 177, 180.
 am Cayambe 176, 181.

Schneegrenze am Chimborazo 176, 177, 181.
 am Corazon 176, 180.
 am Cotacachi 177, 180.
 am Cotopaxi 76, 77, 88, 176, 177, 181 bis 182.
 an der Ostseite am tiefsten 88.
 an der Südseite 77.
 an der Westseite 76.
 am Guagua Pichincha 176, 177, 180.
 am Ilizniz 169, 177, 180.
 am Quilindaña 160.
 am Rucu Pichincha 176, 177, 180.
 am Sarn-urcu 88, 181.
 am Sincholagua 181.
 am Tunguragua 177, 182.
 in Ecuador 175—185.
 nach Bouguer und La Condamine 175.
 nach Boussingault 176.
 nach Hall 176.
 nach v. Humboldt 175—176.
 nach Reiss 180—182.
 nach Stübel 180—182.
 nach Wagner 177.
 , Uebersicht der erlangten Resultate 184.
 in der Ost-Cordillere 176, 177, 181—182.
 in der West-Cordillere 175, 176, 177, 180 bis 181.
 wird nur von vereinzelten Gipfeln überschritten 163.
 bildet keine horizontale Linie 179.
 bildet am Cotopaxi eine auf- und absteigende Linie 76, 87.
 , deren mittlere Jahrestemperatur in der Ost- und West-Cordillere 183.
 in der Ost-Cordillere beeinflusst durch die Nähe des Amazonas-Beckens 179 bis 180.
 am Cotopaxi, tiefe Lage durch die umgebenden Schneeberge mitbedingt 187.
 , Schwankungen durch lokale Ursachen bedingt, müssen unberücksichtigt bleiben 180.
 hat in den einzelnen Berggruppen nicht die gleiche Höhe 184.
 , Extreme 184.
 , mittlere 183—184.
 in der Ost-Cordillere 183.
 in der West-Cordillere 183.

Schneegrenze in Ecuador, mittlere, wird vom Cerro hermoso nicht erreicht 185, wirkliche 179.
 Schneelinie nur bei frisch gefallenem Schnee horizontal 179, siehe auch: Nachträge.
 Schneeverhältnisse des Cotopaxi am klarsten an der Ost- und Südseite 87.
 Schneewasser beschleunigt die Abwärtsbewegung der Lawafetzen an den Gehängen des Cotopaxi-Kegels 129, 123.
 Schnee und Eis im Krater des Cotopaxi 78, 83.
 Schnee- und Eiserosion, siehe auch: Gletschererosion.
 nach Richter 186.
 verändert die Formen der vulkanischen Berge 165—174.
 in Afrika 174—175.
 in Ecuador 162—165, 166—171.
 in Nordamerika 165—166.
 am Quilindña 161—162, 166—167.
 Schlussfolgerungen 171—174.
 Schnee- und eisfreier Streifen bis zum Gipfel des Cotopaxi 88, 94.
 Schnee- und Eismantel schützt die höchsten Gipfel vor der Zerstörung durch Erosion 185, 186.
 an der Nordseite des Cotopaxi 75.
 an der Südseite des Cotopaxi, beginnt am Piecho 77.
 etwa 1400 m des Cotopaxi bedeckend 105.
 reicht auf den Cotopaxi-Gehängen weiter herab als in den Schluchten 87.
 wird am Cotopaxi bei den Ausbrüchen in den Schluchten zerstört 87.
 am Cotopaxi, mit eingelagerten Aschenschichten 86.
 z. Th. unter Ausbruchsmassen begraben 94.
 des Cotopaxi, von den als Wüste hervortretenden neuen Laven durchzogen 104.
 des Cotopaxi, Neigungswinkel seiner Gehänge 136.
 des Cotopaxi wird durch die glühende Lava in schmalen Streifen abgesehmelzen 105, 108.
 kann Wasser für viele Schlammströme liefern 108, 109.
 Berechnung des Volumens 89, 108.

Schnee- und Eismantel des Mawenzi, durch Gletschererosion vermindert 175.
 des Quilindña, nur gering in Folge der Form des Berges 160.
 , ursprünglicher, des Quilindña 166.
 Schnee- und Eismantel des Hochgebirges tritt in Ecuador in einfachster Form auf 186.
 Schnee- und Eisverhältnisse der equatorischen Berge nach Whymper 182—183.
 verglichen mit den europäischen Schneebbergen 185—188.
 Schneur-, nieförmige, in den Quarzeinschlüssen der Cotopaxi-Laven 194.
 Schuppen von Tridymit in B. A. 272.
 in A. P. A. 253.
 in Einschluss des A. P. A. 253.
 in Grundmasse des P. A. 267, 269.
 Schuppenhaufen von Tridymit in der Grundmasse 196.
 in B. 243.
 in A. P. A. 259, 260, 261.
 in P. A. 245, 248, 263, 271.
 , lunggestreckte, in Laven mit Fluidalstruktur 196.
 Schuppige Anhäufungen von Tridymit am Feldspatheinsprenglinge in P. A. 266.
 Schuttabhängungen der Schlammströme in den intercollinen Räumen zwischen Cotopaxi, Sincholagua und Rumifabai 105, 108.
 Schutzdecken auf den Gletscherenden des Chimborazo 172, 179.
 Schutthalten im Krater des Cotopaxi 78.
 am Fuss der centralen Felspyramide des Quilindña 100.
 Schutthalte von den Schlammströmen des Cotopaxi abgesetzt 106.
 Schuttmassen am Cotopaxi 73.
 der Schlammströme werden am ausgedehntesten südlich vom Cotopaxi abgelagert 105.
 der Schlammströme von 1877, von P. Sodiro wohl zu gross angenommen 107.
 des Schlammstromes von 1877, welche unter der Brücke von Ilaos durchgeführt wurden 107.

- Schwankungen in der Höhe der Schneegrenze, durch lokale Ursachen bedingt [180](#).
- Schwarzo und weisse Partien in eozänischem B. A. [256](#).
- Schwefel im Krater des Cotopaxi [78](#), [83](#).
1877 nicht vorhanden [81](#).
- Schweflige Säure in den Fumarolen des Cotopaxi [120](#).
im Krater des Cotopaxi [78](#), [79](#).
1877 nicht im Krater [81](#).
1878 spurenweise im Krater des Cotopaxi [82](#).
1877 häufig in 4600–5000 m am Cotopaxi-Kegel [81](#).
und Schwefelwasserstoff treten am Cotopaxi in Zeiten relativer Ruhe auf [125](#).
- Schwefelwasserstoff in den Fumarolen des Cotopaxi [120](#).
1877 häufig in Höhen von 4600–5000 m [81](#).
1877 nicht im Krater des Cotopaxi [81](#).
- Schwierigkeit der Bestimmung der Schneegrenze am Cotopaxi [87](#), [107](#).
des Erkennens alter Moränen an vulkanischen Schneebergen [188](#).
- Sedimentschichten [4](#).
- See: Cari-cocha im Krater des Mojanda [9](#).
Cocha-Joma [12](#).
im Krater des Cunru [12](#).
im Krater des Cuvileche [12](#).
Guarmi-cocha im Krater des Mojanda [9](#), [10](#).
de la Rincónada im Krater des Mojanda [9](#).
San Francisco-cocha [12](#).
San Pablo-cocha [7](#).
Verde-cocha am Quillindaña [157](#), [162](#).
Yura-cocha am Quillindaña [162](#).
- Seen in den Thalkesseln des Quillindaña [157](#).
durch Gletschererosion erzeugt [162](#).
sollen einst die interandinen Mulden erfüllt haben, nach Wagner 144–145.
nach Stübel [146](#).
- Seitenausbrüche des Cotopaxi [120](#).
, Vergleich zwischen Aetna und Cotopaxi [159](#).
am Quillindaña [166](#).
- Seitenbegrenzung der Manzana-Incaico-Lava [94](#), [95](#).
, steile, des Schlammstromes von 1877 [105](#).
- Seitenmoränen, alte, am Quillindaña [161](#).
- Serpentin aus Hypersthen in P. A. [244](#).
aus Olivin [218](#).
- Serpentin aus Olivin in B. [239](#), [243](#).
in P. A. [238](#), [247](#), [251](#), [261](#).
aus Pyroxen in P. A. [240](#).
mit Augitkränen, aus Olivin, in P. A. [238](#).
- Serpentinartige Masse aus Hypersthen [26](#).
aus Augit [26](#).
in Spärolithen [26](#).
- Serpentinisierung des Olivins [44](#).
Sichtbarwerden der beiden Luftschichten in den interandinen Räumen [119](#).
- Skelettartige Feldspathite in B. A. [249](#).
in P. A. [247](#).
- Skelettbildung des Felspathes in Grundmasse des B. [248](#).
- Sonnenartiger Krater [149](#).
- Sonnenartige Ueberreste durch Sischolagen und Ruminahui gebildet, beim Weiterbau des Cotopaxi [140](#).
Umwandlung des Cotopaxi-Kegels nach Wagner und Stübel [72](#), [144](#), [146](#).
- Spaltbarkeit des Feldspathes in B. A. [239](#).
des Hypersthen [25](#).
des Olivin [44](#), [218](#).
des Pyroxen [215](#), [254](#).
- Spalten am Kratermund des Cotopaxi [80](#).
, feurige, im Krater des Cotopaxi [83](#).
im Olivin, durch Opacit oder Magnetit
kenntlich [218](#).
- Spalttrise im Quarz [45](#).
in umgewandeltem Biotit in B. D. [241](#).
- Spaltung in den Plagioklasen [200](#).
- Specificsches Gewicht des A. A. [68](#).
des A. D. [60](#), [60](#).
des A. P. A. [57](#), [264](#), [273](#), [274](#).
des B. [243](#), [275](#).
des B. A. [255](#), [273](#).
nach Abich [258](#).
des B. D. [242](#).
des D. [227](#).
des P. A. [66](#), [248](#).
nach Bonney [263](#).
eines Einschlusses in A. P. A. [252](#).
- Spärolithen des entglaskten Theiles der B. A. [257](#).
von Carbonaten in P. A. [247](#).
in Umwandlungsprodukten der P. A. [260](#).
in Opal [195](#).
serpentinartiger Massen [26](#).
- Spärolithische Anordnung in Serpentin [218](#).

- Sphärolitische Entglasungsprodukte in A. A. [54](#).
Gebilde in eumixtischem B. A. [236](#).
im Gestein des Morro [230](#).
Struktur des sekundären Quarzes [194](#).
Sprünge senkrecht zur Prismenzone im Hyper-
schen [25](#).
Spuren einstmaliger Vergletscherung am Quil-
indña [161](#).
am Hiniza [170](#).
Stangenform des Tridymit [196](#).
Stanbartige Einschlüsse im Apatit [219](#), Taf. V. 4.
Strahlenförmiges Erz in Augithaufen der P. A.
[222](#), Taf. VI. 3.
Magnetit in P. A. [254](#).
in Augithaufen der P. A. [267](#).
in Pyroxen der P. A. [238](#).
im Resorptionsrand des Amphibols der
A. P. A. [270](#), Taf. VI. 4.
Strahlenförmig angeordnete Feldspathe in Grund-
masse der P. A. [238](#).
Strahlige Gebilde von Magnetit in Olivin [218](#).
Steigen der Schneegrenze nach Abtragung der
benachbarten Schneeberge [187](#).
Steilheit des oberen Theiles des Cotopaxi-Kegels [136](#).
Stellung der P. A. zwischen den busischen und
saurer Gesteinen der Reihe [234](#).
Stengelförmiger Tridymit in A. P. A. [252](#).
Stiefelknechtform des mikrolithischen Feldspathes
[201](#).
Strassenpflaster von Latunungen, mit B. A. [70](#).
Struktur der neuen Lavaströme des Cotopaxi [121](#).
der A. und D. [46—49](#), [224—225](#).
der Augithaufen [222](#).
der fluidal entglasten Stellen in B. A. [229](#).
der Haufwerke [221](#).
des Opals in Pseudomorphosen nach Feldspat
[195](#).
des P. A.-Ganges am Pasochen [239](#).
der Einschlüsse in P. A. [245](#).
der Quarzeinschlüsse in den Cotopaxi-Laven
[194](#).
des sekundär gebildeten Quarzes [194](#).
der dunklen Einschlüsse im Quarz [194](#).
des Serpentin [218](#).
porphyrische, der P. A. [52](#).
schnell wechselnde, der Grundmasse [47](#).
Sudost-Kratercke, der höchste Gipfel des Coto-
paxi nach Wagner [135](#).
Südseite des Cotopaxi-Fussgebirges [68—69](#), [77](#).
des Cotopaxi-Kegels [76—77](#), [93—94](#).
des Quilindña, ausgedehnte Schneefelder
[160](#).
Moränenreste [162](#).
Thäler [157—158](#).
Sublimationen im Cotopaxi-Krater [78—79](#), [81](#).
Submarine Entstehung der Vulkanberge Ecuador's,
nach Karsten [144](#).
Submikroskopischer Filtz der Grundmasse [46](#).
- T.**
Tabelle des optischen Verhaltens der Feldspathe
[17—19](#), [208—211](#).
der Grösse und Neigungsverhältnisse vulka-
nischer Berge [137—138](#).
Tahomais durch Gletschererosion erzeugt [105](#).
am Mawenzi [176](#).
am Mount Rainier [165](#).
am Quilindña [158](#).
Tauripamba-Typus [192](#), [236](#), [237](#), [240](#), [247](#), [280](#).
[262](#), [263](#), [267](#), [269](#), [271](#).
Mitteglied zwischen Basalt und Andesit [237](#).
-ähnliche P. A. am Rumiñahui [240](#).
Teig von Glas, in Grundmasse der Einschlüsse
in A. P. A. [237](#).
Temperatur der Dämpfe am Cotopaxi-Krater [79](#).
[81](#), [133](#).
des Bodens am Cotopaxi-Krater [81](#).
der Lavn von 1853 im Jahre 1872 [95](#).
der Schlammströme [107](#).
der Luft am Cotopaxi-Gipfel [133](#).
von Guayaquil [81](#).
hohe, am Kratertrand beeinträchtigt die ba-
rometrischen Messungen des Coto-
paxi [133](#), [134](#).
hypothetische, der Luftsäule beeinflusst
stark die barometrischen Höhenmessun-
gen [133](#).
Temperaturerhöhung, geringe, genügt zur Disso-
ciation des Amphibols [36](#).
Temperaturerniedrigung, durch Schneeberge er-
zeugt [187](#).
Temperaturveränderung am Mawenzi, durch Ver-
minderung der Gletscher bedingt [175](#).
bedingt die Entstehung des Tridymits in
Haufwerken [221](#).
Tephrite [30](#).

Thäler, gewaltsam aufgesprengt nach Wagner 145,
 , die Carrera nueva durchbrechend 155,
 des Fussgebirges durch die Ausbruchsmassen
 des Cotopaxi-Kegels ausgefüllt 147,
 im Ibarra-Berken 6, 7,
 am Mojanda 10,
 am Quilindaña 156—158,
 erster, zweiter und dritter Ordnung 158,
163,
 , heute gletscherfrei, früher mit Gletschern
 erfüllt 162,
 , muldenförmige 166,
 , zwei ältere, bilden die Mulde, in welcher
 der Quilindaña sich erhebt 156,
 , ältere, durch Ausbruchsmassen des Quilindaña
 ausgeebnet 156,
 , radiale, am Pasochoa 64,
 am Quilindaña 156,
 am Rumiñahui 65,
 in Europa, älter als die Gletscher 185,
 Thalgrund, durch Gletschererosion ausgegraben,
 am Quilindaña 162,
 Thalstufen in alten Gletscherbetten, am Quilindaña
162,
 Theilung des Lavastromes von 1855 95, 141,
 Theoretische Ansichten über den Aufbau des
 Cotopaxi und der Vulkanberge im
 Allgemeinen 144—150,
 Thon- und Lehmzwischenlager im Bimsstein von
 S. Felipe 230,
 Tiefe der Caldera des Pasochoa 64,
 des Rumiñahui 65,
 des Sincholagua 66,
 der Einsenkung von S. Francisco-cocha 12,
 des Kraters des Asaya 11,
 des Cotopaxi 82, 83, 84, 85,
 des Cunru 12,
 des Cuvilche 12,
 des Mojanda 9,
 der Schlucht des Rio Pisque 10,
 Tiefenausscheidungen im Magma 230,
 Titanit, Titanisen 29, 230,
 in Duct 226, 246,
 Trachyte 30,
 Trachytischer Habitus der Ducte 55,
 Trennung der Laven des Fussgebirges von den
 Cotopaxi-Laven, oft schwierig 11,
 Trichtern in der Grundmasse 47, 54, 257,

Tridymit 45, 195—197, siehe auch Schuppen und
 Schuppenhaufen,
 häufiger Bestandtheil der A. 225,
 , Verbreitung 195,
 in A. P. A. häufig 195, 215, 233, 250, 251,
253, 259, 260, 261, Taf. IV. 1,
 in B. 243, 248,
 in B. A. 229, 231, 256, 272,
 in D., quarzfrei, reichlich 226, 227, 246,
 in P. A. 234, 235, 238, 240, 242, 244, 245,
247, 248, 250, 261, 264, 264, 265,
266, 267, 268, 269, 270, 271,
 in Einschluss in A. P. A. 253,
 in P. A. 259,
 in Feldspath 202, 231, 267,
 in weissen Flecken in P. A. 264,
 in der Grundmasse 196—197,
 der A. P. A. 214, 253, 260,
 der B. A. 272,
 der D., quarzfrei 227,
 der P. A. 234, 235, 238, 244, 250, 267,
268, 269, 271,
 , dachziegelförmig 271,
 mit Resorptionsresten 267,
 vertritt in sauren P. A. die Stelle der
 Grundmasse 235,
 vertritt die Glasbasis 258,
 der Einschlüsse der A. P. A. 257,
 der P. A. 245,
 des Feldspathgesteins vom Sincholagua
236, 245, Taf. VII. 2,
 als letzte Erstarrungsmasse der A. P. A.
253,
 der P. A. 269,
 als Zwischenklemmungsmasse in P. A. 238,
250, 267, 271,
 in Einschlüssen der A. P. A. 214, 253,
 Taf. IV. 2,
 in Hnufwerken, als seltener Bestandtheil 221,
 , durch Zersetzung bei Temperaturveränderung
 entstanden 221,
 , mit Erz 267,
 in Hohlräumen und Poren der P. A. 238,
270,
 in Nestern an Feldspath oder frei in der
 Grundmasse der P. A. 265, 266,
 in den Quarzeinschlüssen der Cotopaxi-
 Laven 194,

Tridymit mit resorbiertem Amphibol 196,
 als Umwandlungsprodukt des Amphibols
214,
 an ungeschmolzenem Feldspath 196, 211,
 an Pyroxen oder Feldspath haftend 248,
 Drilling 196,
 Tridymitbildung gehört einer der jüngeren Pe-
 rioden der Erstarrungsgeschichte an
197,
 Tridymithaufen in A. P. A. 233,
 Tridymithaut, dünne, überzieht den Feldspath in
 P. A. 209,
 Tridymitreicher P. A. 235,
 Trigonometrische Höhen sind in Ecuador stets
 auf barometrisch gemessene Basen be-
 zogen 129,
 der Schneeberge Ecuadors 129, 134, 180 bis
182,
 Trigonometrische Messungen der französischen
 Akademiker 126—128, 129—130, 134,
 des Cotopaxi 126, 130, 132, 134,
 Trübung des Rio Esmeraldas bis zu seiner Mündung
 beim Ausbruch des Cotopaxi
1877 108,
 Trümmerberge, nach Boussingault 144,
 Trümmerzüge am Cotopaxi, nach v. Humboldt
89,
 durch den Sturz der geschmolzenen Schnee-
 wasser mitbedingt 90,
 Tuffe im Cotopaxi-Fussgebirge, siehe: Tuff-
 Formation,
 im Iburra-Berken 5—6, 8, 10,
 am Isamburn 12,
 der Inca-loma 266,
 am Mojanda 10, 11,
 am Pascocha 64,
 und Lapilli spielen eine untergeordnete Rolle
 im Bau des Cotopaxi-Kegels 147,
 Tuff- und Bimsteinlagerungen am der Nord-
 und Südseite des Cotopaxi-Fussgebirges
76, 146,
 Tuffbedeckung der unteren Gehänge des Rumija-
 lui 65,
 Tuff-Formation, obsidianführende, des Cotopaxi-
 Fussgebirges 68—70, 147, 193, 255
 bis 258,
 Turuolin in weissfarbigem Dazit des Rumijahui
226.

I.

Ueberdeckung des Cotopaxi-Fussgebirges durch
 Sincholagua, Pascocha, Rumijahui
 und Cotopaxi-Kegel 68, 147,
 , zukünftige, des Sincholagua und Rumija-
 lui durch den weiter fortwährenden
 Cotopaxi-Kegel 149,
 Uebereinstimmung der Messungsergebnisse von
 Bouguer und La Condamine 126,
 der Resultate der französischen Akademiker
 mit den neueren Höhenmessungen 129,
130,
 Ueberfließen der Laven aus dem Krater des Co-
 topaxi 104, 125,
 Uebergänge von den B. zu den A. sind sehr
 zahlreich 236,
 von den B. A. zu den A. A. 230,
 von den D. zu den A. 237,
 von den P. A. zu den A. P. A. 50,
 von dem basaltischen zu dem grünen Am-
 phibol 26,
 zwischen den Globuliten und den Pyroxen-
 körnern der Grundmasse 46,
 Ueberschwemmungen bei den Ausbrüchen des
 Cotopaxi 97, 106—108,
 Uebersicht der neuen Laven des Cotopaxi 96,
 der historischen Schlammströme des Cotopaxi
97,
 der Gesteinsvorkommen in der Cotopaxi-
 Gruppe 191,
 der in den einzelnen Volcangebieten auf-
 tretenden Gesteine 279—280,
 des Vorkommens der Gesteine und Gesteins-
 varietäten 281—282,
 der Höhenwinkel und der daraus abgeleiteten
 Höhe des Cotopaxi, nach den fran-
 zösischen Akademikern 126,
 der Höhenmessungen der Cotopaxi-Gipfel
134—135,
 der Höhenbestimmungen des Cotopaxi, nach
 Reiss 131,
 der Cotopaxi-Litteratur 151—154,
 , chronologische, der Reisenden, welche den
 Cotopaxi besucht haben 151—152,
 , vergleichende, der von Bouguer, La Con-
 damine, Reiss und Whymper ge-
 messenen Schneeberge Ecuadors 129.

Übersicht, vergleichende, der Messungen der Schaeffergrenze in Ecuador [184](#),
 der Gräse und der Neigung der Geliänge vulkanischer Berge [137—138](#),
 der Volumina vulkanischer Berge [140](#),
 Uebertriehene Angaben über die Mächtigkeit der Aschenablagerungen bei den Cotopaxi-Anschrühen [112](#),
 Ueberwallende Lava im Krater des Cotopaxi [121](#),
 U-förmiger Querschnitt eines Thales, weist auf Gletschererosion [164](#),
 Umänderung des Amphibols durch Wärmewirkung [31, 32, 37—38](#),
 Umfang der Basis des Cotopaxi-Kegels [136](#),
 Umgebung des Quilindaña [154](#),
 Umrisszeichnungen des Quilindaña, Sincholagua und Pichincha [163](#),
 Umwandelung des Hypersthens durch Augit [25, 215, 253](#), Taf. VI. [1, 2](#),
 Umwandlung des Quilindaña-Gipfels in einen Felszacken [167](#),
 eines vulkanischen Kegelberges in ein Domgebirge mit Gipfelpyramide, durch Gletschererosion [165](#),
 Umwandlung, siehe auch: Dissociation,
 des Amphibols in Pyroxen, Opacit und Magnetit [26—44, 214](#), Taf. I. [4, 5](#);
 II. [6—10](#); III. [10a—12](#),
 nach Beobachtungen in den Schlfen [32](#),
 , Litteratur [29—34](#),
 nach Belowski [32](#),
 nach Elich [32—44](#),
 nach Küch [31, 32](#),
 nach Lagorio [31](#),
 nach Rosenbusch [30](#),
 nach Vogelsang [29](#),
 nach Washington [33](#),
 nach Zirkel [29, 30, 31](#),
 ist ein Dissociationsvorgang, kein chemischer Zerfall, keine molekulare Umagerung [35](#),
 abhängig von Druck und Temperatur [35](#),
 in Augit und Hypersthens [33](#),
 in Opacit [26, 27, 32](#),
 kommt oft in einem Gestein in allen Uebergängen vor [33](#),
 der A. A. [53, 54, 58](#), Taf. II. [10](#); III. [10a](#),
 der A. D. [59, 60](#), Taf. I. [2](#).

Umwandlung des Amphibols der A. P. A. [57](#),
 Taf. III. [11, 12](#),
 der P. A. A. Taf. I. [4, 5](#); II. [8, 9](#),
 der P. A. [51](#),
 der Resorptionshaufen [243](#),
 in den Gesteinen des Imbabura [53](#),
 des Pichu-pichu [42](#),
 , Ursache derselben [35](#),
 , künstliche, durch Wärmewirkung, ohne Schmelzung [38](#),
 des Biotits [212, 241](#),
 der Resorptionshaufen [254](#),
 in Chlorit [213, 226](#),
 in Magneteisen- und Pyroxenkörner [213](#),
 des Feldspaths der B. D. [241](#),
 in Opal [260](#),
 des Hypersthens in serpentinarartige Massen [25, 244](#),
 eines eisenreichen Minerals in Resorptionshaufen [260](#),
 des Olivins der B. [239, 243](#),
 der B. D. [242](#),
 der D. [226, 227](#),
 der P. A. [238, 241, 247, 248, 251, 260](#),
 im Feldspath der P. A. [211](#),
 in Chlorit [226](#),
 in ein dem Forsterit ähnliches Material [44](#),
 in Serpentin [238, 239, 260](#),
 in Serpentin und Carbonate [243](#),
 des Pyroxens in serpentinarartige Masse [26](#),
 in Serpentin und Carbonate [240](#),
 Umwandlungsprodukte, Sphärolithe, in P. A. [250](#),
 des Feldspaths, als Opal ausgeschieden [202, 253](#),
 des Olivins [218, 248, 251](#),
 Unregelmässigkeiten im Bau des Cotopaxi-Kegels weisen auf den alten Unterbau [71](#),
 Unsicherheit in der Bestimmung der neuen Lavenströme des Cotopaxi [165](#),
 Unterbau des Cotopaxi-Kegels, siehe: Fussgebirge,
 am Quilindaña [165](#),
 am Mont Rainer [165](#),
 am Sincholagua [65, 167](#),
 Unteres Ende der neuen Cotopaxi-Laven, siehe: Lavenströme, neuere,
 Untergrund bedingt mit die Formen der vulkanischen Gebirge [165](#).

Unterirdische Götze, Braulios 117, siehe auch: Götze,

Unterscheidung der A. A. von den A. P. A. 55, des Opacits von Magnetit 33, der P. A. und A. A. 42, 53.

Unterschied der barometrisch und trigonometrisch gemessenen Höhe des Südwest-Gipfels des Cotopaxi 133—134,

zwischen den Höhenbestimmungen am Cotopaxi von 1738 und 1872 132,

zwischen den Höhenbestimmungen am Cotopaxi von 1872 und 1880 194,

der von Bouguer und der von La Condamine ausgeführten Höhenmessung des Cynmbe 129,

der Höheanlage der Schneegrenze an Ost- und Westseite des Cotopaxi 88,

der Höhenlage der Schnee- und Gletschergrenze in Ost- und West-Cordillere 183, 184,

der Schnee- und Eisverhältnisse in Ecuador und in Europa 185,

Untersuchung der Zuverlässigkeit der Höhenmessungen der französischen Akademiker 128, 129, 130,

über den Werth der am Cotopaxi ausgeführten Höhenmessungen 126—135,

über die Höhe von Caraburo 129, der Stadt Quito 130,

Unterwühlung der Schnee- und Eismassen durch die Wasser- und Schlammluthe am Cotopaxi 105,

Unzersetzter grüner Amphibol in A. P. A. 253,

Ursache des Zerfalls des Amphibols 35, der den Zerfall des Amphibols bedingenden Wärmeentwicklung 36,

Ursachen der Gletscherschwankungen in Ecuador 187,

, lokale, welche eine frühere, grössere Vergletscherung in Ecuador bedingen konnten 163,

V.

Vegetation durch Aschenregen des Cotopaxi zerstört 110,

Veränderung der Ausbruchszentren im Gebiet der Cotopaxi-Gruppe 150,

Veränderung der vulkanischen Berge durch Gletschererosion, siehe: Gletschererosion,

der Höhe des Cotopaxi 131—132, 134, in der Ausdehnung der Gletscher. Ursache derselben in Ecuador 187,

der Wasserläufe im Hochland von Quito, durch vulkanische Ausbrüche verursacht 155—156,

im Valle-veloso, beim Quilindima 156,

, durch den Aufbau des Cotopaxi-Fa-gebirges bedingt 155,

, durch den Aufbau des Mojanda bedingt 156,

der Fumarolezone am Cotopaxi 120,

der Gestalt des Quilindima durch die Erosion 156,

der Kraterländer des Cotopaxi 85, Verüstelung der Hypersthenkrystalle 217,

Verbindung des Rumihmbi mit den umgebenden Vulkanbergen 65,

des Sinchologun mit den benachbarten Vulkanbergen 67,

Verbindungsgebiet zwischen P. A. und B. A. 233, Verbreitung der Asche bei Cotopaxi-Ausbrüchen 109, 111,

der Gletschererosion in Ecuador 167, des Hypersthen, so allgemein wie die des Angits 218,

der Lavaklumpen durch Wasserfluthe, Cotopaxi 1877 122,

der Schallwellen von der Kratermündung aus 117,

abhängig vom Zustand der Atmosphäre 117,

Verdunklung der Atmosphäre durch Asche des Cotopaxi 110, 111,

in Guayaquil 1877 112,

Vereinigung von Periklinzwillen mit Albitnadeln 257, Taf. IV. 6,

Vergleichende Uebersichten, siehe: Uebersicht, vergleichende,

Vergleichung des Cotopaxi-Kegels mit dem Vesuv 130,

des Cotopaxi-Kraters mit dem Krater des Tunguragua 79,

des D. vom Rumihmbi mit dem D. der Escaleras-Berge 227,

- Vergleichung der Detonationen des Cotopaxi mit Geschützsalven 116.
- vulkanischer Detonationen mit dem Kaall des Schiessgewehres 117.
- der von Bouguer und La Condamine gefundenen Höhen der Schneeberge Ecuadors mit den Messungen von Reiss und Whymper 129.
- des Iliza mit Altar und Antisana 170, 171.
- der zerstörenden Kräfte bei Ausbrüchen des Cotopaxi, Vesuv und Aetna 104.
- der Lage des Quilindafña mit der des Quilotoa 155
- der neuen Cotopaxi-Laven mit den Laven des Vesuv in Bezug auf ihre Ausdehnung 99.
- mit den Laven des Antisana 99.
- des Lavaauswurfes, Cotopaxi 1877, mit den Ausbrucherscheinungen von Santorin und Hawaii 121, 124.
- der Masse des bei dem Ausbruch von 1877 am Cotopaxi geschmolzenen Eises mit der Masse der Eiskalotte des Berges 108.
- des Picacho mit den Adeje-Bergen auf Tenerife 71.
- des Quilindafña mit dem Vesuv 159.
- der Seitenausbrüche des Cotopaxi mit denen des Aetna 150.
- Vergletscherung, siehe auch: Gletscher, Moränen.
- „alte, deren Kennzeichen 174.
- in Ecuador 161—165, 167—171, 173 bis 174.
- „deren Spuren wohl noch häufig in Ecuador 188.
- „einstufige, des Iliza 169.
- des Quilindafña 161.
- des Rucu-Pichicha 171.
- „grössere, kein Beweis für eine allgemeine Eiszeit 162.
- Verhalten des Tridymits bei An- und bei Abwesenheit von resorbiertem Amphibol 196.
- Verlauf der Cotopaxi-Ausbrüche 103, 104, 124 bis 125.
- der Gänge am Quilindafña 160.
- der Bergrücken zwischen den Thälern des Quilindafña 158.
- Verlauf der Schneegrenze in Ecuador 179.
- der von der Cotopaxi-Gruppe ausgehenden Thäler 64.
- der Thaler am Cotopaxi 76, 77—78.
- der Thäler zweiter Ordnung am Quilindafña 158.
- „dingonaler, einer neuen Lava am Westabhang des Cotopaxi-Kegeles 95.
- „früherer, der grossen Thaler im Valle-vicioso 155.
- Vermehrung des Rauminhalts des Cotopaxi durch den Ausbruch von 1853, 142.
- Verringerung des Kraterdurchmessers deutet auf Erhöhung des Cotopaxi 85.
- der Schneebedeckung des Quilindafña in der trockenen Jahreszeit 161.
- Vernichtung der Gletscher 174.
- Verrundete Formen des Quarzes in A. D. 59.
- Verschiedene Auffassung der neuen Lavaströme des Cotopaxi 96.
- der „Pumaucu- oder Mians-volcan“ genannten Lavaströme 94.
- Verschiedenheit der Auswurfprodukte je nach der Entfernung vom Gipfel des Cotopaxi 113.
- des von Olivin eingeschlossenen Glases von dem der Grundmasse 263.
- Verschwinden, plötzliches, des Schnees am Cotopaxi 86—87, 104.
- Verschvommene Feldspathleisten in P. A. 249.
- Vertheilung der Ausbruchsmassen bei Cotopaxi-Ausbrüchen 114.
- der Grundmassentheilen in zonaren Feldspath 201.
- der Schlamm- und Wasserströme bei Cotopaxi-Ausbrüchen 97.
- Verwachsung von Amphibol mit Augit 214.
- von Amphibol mit Hyperthen 214.
- mit Plagioklas, gesetzmässige 214.
- zweier Augitkrystalle 215, Taf. V. 1.
- von Hyperthen und Augit 25, 217.
- mit Feldspath 218, Taf. V. 5, 6.
- von Magnetit und Augit 25.
- und Hyperthen 25.
- „grauphyrische, der Feldspathe 47.
- „kreuzförmige, der von Augit unvawachsenen Hyperthene 215.
- „mikropertitische 24.

Verwandlung von Amphibol in Augit, Magnet-
eisen, Opaarit 26—44. siehe: Um-
wandlung.

Verwandschaft der B. A. und D. 272.

Verwitterung des Augits der Grundmasse 40.

Vitrophyrische Grundmasse der sauren A. P. A.
233.

der P. A. 244, 250, 260, 261, 270.

der Bomben 225.

der B. A. 229, 230, 250.

Vitrophyrisch-perlitische Grundmasse des Bins-
steins 233.

Vogesit-Olinitreihe angehöriger Einschluss in
A. B. A. 258.

Volumen des Aetna 140.

des Cotopaxi 139—140.

des Manzana-humico-Lavastromes 141—142.

des Vesuv 140. ;

Vorherrschen der östlichen Winde am Cotopaxi
118.

Vorhügel des Cotopaxi-Kegels 75, 76.

Vorland, terrassenförmiges, an den Gipfelpyra-
miden des Iliniza 169.

Vorkommen des Apatits 219.

des Binssteins von S. Felipe 69.

des Biotits 212.

des Olivins 44, 219.

des Quarzes 45, 195.

des Sanidins in den Laven der Cotopaxi-
Gruppe 98.

des Titanits mit Quarz und Pyroxensäulchen
220.

des Tridymits 195—196.

des Zirkons 220.

Vulkan, siehe: Lavaström.

Vulkanberge durch langsame Aufschüttung auf-
gebaut 150.

auf dem Cotopaxi-Fussgebirge aufgebaut
147.

wuchsen allmählig in die Schneeregion hin-
ein 185.

zeigen dieselben Erosionsformen wie die
Berge anderer Gesteinsarten 187.

in ihrer Gestalt durch Gletschererosion ver-
ändert 171.

durch Gletschererosion zerstört, zeigen die-
selben Formen wie alle Hochgipfel
der Erde 185.

Vulkanberge durch Gletschererosion in Dome
umgewandelt 187.

im tropischen Afrika, wiederholen die For-
men der eocenischen Vulkanberge
174.

Vulkangipfel sind in die Schneeregion vor der
Erosion des fließenden Wassers ge-
schützt 185.

Vulkangruppe des Cotopaxi und seiner Umgebung
bildet ein in sich abgeschlossenes
Gebiet 63, 148.

durch Aufschüttung entstanden 148.

bildet einen Theil der vulkanischen Ablage-
rungen in der Ost-Cordillere 148.

Vulkanische Ablagerungen im Barra-Becken 6.
Berge auf einen Schuh entstanden, nach
Stübel 146.

nach Wagner 144.

Höhenzüge beim Quilindia, mit Grasnarbe
überzogen 135.

Kegel durch Gletschererosion bemagt 164—165.
; Umwandlung durch Gletscher- und Süss-
wasser-Erosion 165.

Thätigkeit einst und jetzt, nach Stübel 146.
nach Wagner 144.

W.

Wachsglanz der P. A. 263.

Wärme der Cotopaxi-Lava von 1853, im Jahre
1872 95.

Wärmewirkung hervorgerufen durch Krystalli-
siren der Grundmasse 36.

beim Zerfall des Amphibols 31, 32, 35.

Wandern der Eruptioncentren 150.

Wasser der Schlammströme des Cotopaxi, ist kalt
107.

Wasserdampf entsteigt dem Cotopaxi in gewal-
tigen Massen in den Zeiten erhöhter
Thätigkeit 125.

in den Fumarolen des Cotopaxi 120.

Wasserdurchlässigkeit der neuen Ausbruches-
massen 185.

Wasserfluten, siehe: Schlammströme.

Wasserhelle Grundmasse der P. A. 267, 271.

der Binssteineinschlüsse in A. P. A. 270.

Wasserriese am Cotopaxi-Kegel 73, 74, 75.

fehlen in den oberen Theilen neuer Vulkan-
berge 185.

Wasserscheide am Cotopaxi 74.
 an der Cotopaxi-Gruppe 64.
 Wobsky-Bertrand'sches Interferenzkreuz 49.
 Wechsel im Bestand der Schneeherge 187.
 von glühigen und entglasten Partien in B. A. 257.
 Weg zum Nordwest-Cotopaxi-Gipfel 74.
 Weissliche Partien in eutaxitischem B. A. 256.
 Weiterbau des Cotopaxi-Kegels 148—150.
 West-Cordillere, Bau im Ibarra-Becken 4.
 , Gletschergrenze 180—181, 183.
 , Extreme 184.
 , mittlere 183.
 , Schneegrenze 175, 176, 177, 180—181, 183, 184.
 , Extreme 184.
 , mittlere 183.
 hat schönes Wetter im Verano 119.
 West- und Nordwestrand des Cotopaxi-Fussgebirges, unter Rumihui und Pascohen begraben 147.
 Westseite des Cotopaxi-Kegels weist wohl mehrere neue Lavaströme auf 96.
 Wiederholte Anschwellung der Flüsse bei Cotopaxi-Ausbrüchen 108.
 Wirkliche Länge des Munzana-lusien-Lavastromes 141.
 Wirkung, gleichartige, der Schnee- und Gletschererosion in den verschiedenartigsten Gebirgen und Zonen 187.
 Wolkenartig angeordnete Entglasungsprodukte in Grundmasse der D. A. 257.
 Wolkenbildung auf den canarischen Inseln 119.
 an der Ost-Cordillere 118.
 Wolkenmeer von oben gesehen 119.
 Wolkenschicht, die interandinen Räume nach oben abschliessend 119.

Z.

Zeit, welche die Schallwellen gebrauchen, um vom Cotopaxi nach Guaymiquil zu gelangen 117—118.
 , welche die Schlammströme des Cotopaxi benötigen, um die Brücke am Tunguragua zu erreichen 106.
 Zeitdauer des Aufstiegs der Aschensäule bei Cotopaxi-Ausbrüchen 115.
 Zerbröckelter Feldspath in P. A. 269.

Zerfall des Amphibols, siehe: Dissociation, Umwandlung.
 Zerfallprodukte des Amphibols haben nur geringen Antheil am Aufbau der A. A. 53.
 Zerflossene Feldspath in P. A. 244, 260, 269, 271.
 Zerküftung, unregelmässige, des Olivins 44.
 Zersetzter B. D. 241.
 Zersetzung, siehe auch: Umwandlung, des Olivins 218.
 Zersetzungsprodukte der farbigen Einschlüsse im Feldspath enthalten Kalk-path und Chlorit 202.
 , heller Glimmer, selten in Feldspath 202.
 des Feldspaths in B. D. 241.
 bewahren die Formen des Olivins 218.
 des Olivins in B. D. 212.
 , chloritische, aus Olivin in P. A. 240.
 in D. 227.
 , grüne, in Grundmasse der P. A. 244.
 Zerstörung der Brücken in der Quito-Mulde, bei Ausbrüchen des Cotopaxi 106.
 des Cotopaxi durch die Erosion 149.
 der Lava von 1853 durch Schlammfluthen 107.
 des Quillindán durch Atmosphärrillen, Gletscher- und Süsswasser-Erosion 165, 166.
 , durch die Schlammströme des Cotopaxi erzeugt 105, 106.
 , durch den Schlammstrom von Chir-machim-volcan 92.
 in der Quito-Mulde durch die bei Cotopaxi-Ausbrüchen auftretenden Überschwemmungen 108.
 am Vesuv und Aetna durch Lavenströme, am Cotopaxi durch Schlammströme erzeugt 104.
 Zerstörungsformen des Altar-Kraters durch Gletschererosion 170, 171.
 des Antisana-Kraters durch Gletschererosion 171.
 Zertrümmerte Feldspath in B. A. 255.
 Zirkon 220.
 , nur in saueren Lavas 220.
 in A. B. A. 258.
 in A. P. A. 260.

- Zirkon in B. A. 255, 256, 257, 258, 272.
häufig in Grundmasse der B. A. 229.
in Grundmasse der B. D. 241.
in P. A. 260.
als Einschluss in Biotit und Feldspath 212, 220.
- Zone, pleochroitische, um Hypersthen eines Einschlusses in A. P. A. 253, Taf. IV. 2.
- Zonarer Bau beim Hypersthen, selten 217.
beim Hypersthen in P. A. 249.
beim Pyroxen 25, 216.
in Haufwerken der B. A. P. A. 254.
in P. A. 245.
beim Feldspath 15, 59, 200—201.
, weit verbreitet 200.
in A. A. 54.
in A. D. 59.
in A. P. A. 270.
in P. A. 245, 269, 271.
der Grundmassenfelspath 23, 48, 54, 58.
der Pseudomorphosen von Opal nach Feldspath 195.
- Zonarstruktur des Feldspathes, in Zusammenhang mit den Einschlüssen der Grundmassentheile 201.
- Zugehörigkeit der Bimsteine von S. Felipe zu dem Fuesgebirge des Cotopaxi 231.
- Zukunftsgeloge an dem durch Erosion zerstörten Cotopaxi 150.
- Zukunftsgestaltung des Cotopaxi 148—150.
- Zunahme des Anorthitgehaltes der Feldspathe bedingt Zunahme des Amphibols 232.
des Cotopaxi-Kegels in der Breite, bei allmählichem Anwachsen 148.
- Zusammenhang zwischen Lava- und Schlammströmen 97.
- Zusammensetzung der in Guayaquil gefallenen Cotopaxi-Asche 112.
eines abweichenden D. vom Rumiñahui 227.
der grösseren Einschlüsse 223.
der Grundmasse der A. und D. 46.
der Haufwerke 220—221.
der Laven nach ihren mineralogischen Bestandtheilen 225.
- Zusammensetzung der die Quarzeinschlüsse durchziehenden Schlämme 194.
, quantitative, der Schlammströme aus Wasser und Schutt 107.
- Zusammenstellung, siehe: Uebersicht.
- Zwei vulkanische Formationen im Cotopaxi-Fassgebirge 146.
- Zweifel, ob stets derselbe Cotopaxi-Gipfel gemessen wurde 135.
- Zweite Generation der Amphiboleinsprenglinge erleidet Dissociation 43.
- Zweiteilung eines Ganges am Quilindaña 160.
- Zwillinge des Amphibols 26, 214.
des Augits 25, 215, 254.
des Biotits 230.
des Feldspath 15, 58, 59, 198—200.
nach dem Albitgesetz 54, 198, 254, 265, Taf. V. 4.
nach Albit- und Karlsbadgesetz verwachsen 199.
nach Albit- und Periklingesetz in Grundmasse 58.
nach dem Haveröfgesetz, selten 198.
nach Karlsbadgesetz, Durchkreuzungszwillinge 198, Taf. IV. 4.
nach dem Periklingesetz 54, 198—199.
nach Periklin- und Albitgesetz in A. D. 59.
nach Periklingesetz, mit Albitlamellen 257, Taf. IV. 6.
nach verschiedenen Gesetzen 199, Taf. IV. 6.
, idiomorph, in Olivin 219.
- Zwillingbildung, einmalige, der Feldspathe in D. 247.
- Zwillinggesetze beim Feldspath 15.
- Zwillinglamellen beim Feldspath 226, 235, 236.
- Zwischenglied zwischen Chimborazo und Cotacachi, fehlt in der Reihe der cenotrischen Schneeberge 172.
zwischen P. A. und A. A. 53.
- Zwischenklemmungsmasse in Feldspathgestein 236.
in P. A. 238, 267.
, durch Tridymit gebildet 196, 253, 271, Taf. IV. 2.

Nachträge und Berichtigungen.

S. 31. (Siehe auch: Nachtrag zu S. 69.) Die Republik Colombia ist erst im vergangenen Jahrhundert gegründet worden. Man kann sich also für die Umänderung des Namens in „Columbien“ nicht auf altes Herkommen berufen. „Colombia“ ist der offizielle Name des Landes, und es steht Niemand das Recht zu, sogenannte Verbesserungen anzubringen, ganz gleichgültig, ob der Name ihm richtig gebildet erscheint oder nicht. Zur Rechtfertigung der Schreibweise „Columbien“ liesse sich „Spanien“, „Argentinien“ u. s. w. anführen; das sind alte, einmal eingebürgerte Umwandlungen, die schwer aus dem Sprachgebrauch zu verdrängen wären. So wenig aber Jemand daran denken wird, die vereinigten Staaten von Nordamerika als „Amerikien“, oder Mexico als „Mexikien“ zu bezeichnen, so wenig dürfen wir uns erlauben, „Colombia“ in „Columbien“ umzuändern. Für die Ersetzung des zweiten „o“ durch ein „u“ lassen sich gar keine stichhaltigen Gründe anführen; denn dass wir Deutsche „Columbus“, die latinisirte Form des Namens, anwenden, kann doch in keiner Weise für spanisch sprechende Völker verbindlich sein. Darum soll man dem Lande seinen ehrlichen Namen lassen, also „Colombia“ schreiben, und dies um so mehr, als dadurch Verwechslungen mit dem nordamerikanischen Columbia vermieden werden. Es muss also heissen:

Colombia, Colombianer, colombianisch
oder
Columbia, Columbianer, columbisch.

S. 69. Nach den von fast allen grösseren geographischen Gesellschaften und Institutionen angenommenen Regeln für die Schreibung geographischer Namen sollen die Namen möglichst genau wiedergegeben werden, und zwar ist bei den mit lateinischem Alphabet schreibenden Völkern die offizielle Orthographie anzuwenden. Ausnahmen sollen nur da gestattet sein, wo es sich um alteingebürgerte Gewohnheiten handelt, wie Lissabon statt Lisbon, Mailand statt Milano u. s. w. Dem entsprechend schreiben wir „Ecuador“ und nicht „Aequator“, sprechen von der „Republik Ecuador“ und nicht von der „Republik Aequator“. Ist somit die Schreibweise des Landesnamens festgestellt — denn „Ecuador“ in „Ecuadorien“ umzuwandeln ist glücklicherweise noch Niemand eingefallen —, so stehen uns für die Ableitung des Eigenschaftswortes, sowie der Bezeichnung für die Bewohner des Landes verschiedene Wege offen: Wir können nach deutschem Sprachgebrauch verfahren, dann müssen wir schreiben: der Ecuadorer oder der Ecuadore und ecuadorisch (Württemberg, Schwab, württembergisch, schwäbisch); wir können, einer veralteten Sitte folgend, latinisirende Endungen anwenden, oder aber, so weit als möglich, dem Landesbrauch folgen. Für Länder romanischer Zunge decken sich oft die beiden letzteren Methoden, indem man zur Ableitung des Eigenschaftswortes auf die ursprüngliche, lateinische Form des Namens zurückgreift;

dazu muss es heissen: Ecuador, Ecuatorianer, ecuatorisch, wie wir ja auch schreiben: Venedig, Venetianer, venetianisch.

Es giebt also zwei ihrer Ableitung nach richtige Schreibweisen: Ecuador, Ecuatorianer, ecuatorianisch und: Ecuador, Ecuadorer, ecuadorisch. „Ecuadorianisch“ aber ist falsch, denn es ist weder Fisch noch Fleisch, entspricht weder dem deutschen, noch dem spanischen Sprachgebrauch, lässt sich auch als lateinische Form nicht rechtfertigen und sollte deshalb in wissenschaftlichen Arbeiten vermieden werden.

- S. 73—75, 151—154. Die neueste Originallabbildung des Cotopaxi findet sich S. 34 des dritten Bandes der von der Intercontinental Railway Commission herausgegebenen Reports (Washington, 1895). Aber auch dieses Bild giebt eine ganz falsche Vorstellung von der Gestalt des Berges: Statt des ringsum freiliegenden Kegels sieht man eine kleine kegelförmige Spitze dem letzten Anslauer eines Bergrückens aufgesetzt. Merkwürdigerweise ist nicht nur diese Spitze, der eine kleine Dampfsäule entsteigt, mit Schnee bedeckt, die Schnee- und Eisregion zieht vielmehr weit am Gänge herab, während der höher ansteigende Bergücken, welchem der Cotopaxi wie ein Aushängsel angefügt erscheint, schneefrei gezeichnet ist. Es ist ein völlig missrathenes Bild, wohl durch falsche Rétouche eines undeutlichen Negativs entstanden, in welchem eine Wolkenbank zu einem Bergücken umgestaltet wurde. Schade, dass das Bild in Folge dessen ganz falsche Vorstellungen erweckt, denn der sanfte Verlauf des Nordwest-Abhanges ist hier besonders gut wiedergegeben.

- S. 99, 101. Ich will nur einen Irrthum hinweisen, der in Bezug auf die Namen der beiden spanischen Offiziere in die Literatur sich eingeschlichen hat. Die Thatsache, dass ein weit verbreiteter Vorname, Junn, als Familienname auftritt, hat Veranlassung gegeben, die beiden Verfasser des berühmten Werkes als „Ulloas“ aufzuführen und ihnen verschiedenartige Verwandtschafts-

grade beizulegen. So lesen wir in einem, sonst recht guten, neueren Werke über Perú, in ein und demselben Bande: „beide Ulloas“, „Gebrüder Ulloa“, „Antonio Ulloa und sein Neffe Jorge Juan“, während in dritten Bande desselben Werkes von „José Juan und Antonio de Ulloa“ die Rede ist. Die auf dem Titel des spanischen Werkes stehenden Autorennamen „Don Jorge Juan y Don Antonio de Ulloa“ werden also falschlich „Jorge Juan de Ulloa und Antonio de Ulloa“ gelesen, während es sich in Wirklichkeit um zwei Fregattenkapitäne handelt, welche, soweit sich aus den Publicationen erschen lässt, in gar keinem verwandtschaftlichen Verhältniss zu einander standen; der eine führte den Namen: „Antonio de Ulloa“, der andere hiess: „Jorge Juan“.

- S. 100. „Está á la mano derecha deste pueblo de Mulahulo un volcan ó boca de fuego, del cual dicen los indios que antiguamente reventó y echó de sí gran cantidad de piedras y ceniza; tanto, que destruyó mucha parte de los pueblos donde comenzó aquella tormenta.“ — Pedro Cieza de Leon: Primera parte de la Crónica del Perú, Cap. XII. — Die Reiseschreibung ist 1550 in Lima niedergeschrieben und 1553 in Sevilla veröffentlicht worden.
- S. 105. Der grosse von Herrn Stübel abgebildete Stein führt den Namen: „La Piedra de Quilindasi“.
- S. 116. Im Gegensatz zu der hier angeführten Thatsache, spricht sich A. von Humboldt in der Relation historique T. II p. 14 (Paris, 1819) für eine Fortleitung des Gestosses durch die Erdschichten aus: „Les détonations . . . ne nous parviennent pas par la propagation du son dans l'air; c'est un bruit qui est transmis par la terre, peut-être dans le lieu même où nous nous trouvons.“ Also genau dieselbe Auffassung, welcher Herr Wolf 60 Jahre später Ausdruck verlieh.

Eine Erschütterung der Fenster in Guayaquil lässt sich nur durch Schallwellen in der Luft oder durch Erdbeben erklären. Von

letzteren ist in keinem der Berichte die Rede; wohl aber sagt A. von Humboldt, dass das Getöse auf dem Schiffe bemerkt worden sei als „un bruit sourd qui venoit du fond de l'Océan“. (Relat. hist. II. 15.) Die tatsächliche Beobachtung des Klirrens der Fenster scheint mir von höherem Werthe, wie die theoretischen Speculationen; dies um so mehr, als letztere sich im Wesentlichen auf die gar nicht zu beweisende Behauptung stützen, dass das Getöse an allen, auch an den entferntesten Orten in gleicher Stärke und zu gleicher Zeit gehört worden sei.

- S. 116 ff. Schmarda (Reisen um die Erde in den Jahren 1853—1857, Bd. III, S. 142) berichtet, dass er die Explosionen des Sangay nahe der Mündung des Rio Narajal, in der Bucht von Guayaquil, deutlich gehört habe: „bald glichen sie dem lünger rollenden Donner, bald den Detonationen schwerer Geschütze“.

- S. 128, Z. 5 des Textes, v. u., steht unrichtigerweise: „1555 Toisen“ als barometrisch gefundene Höhe von Caraburo, während es heissen sollte „1267½ Toisen“. Es stimmen somit die von beiden spanischen Offizieren gefundenen Höhen des Cotopaxi bis auf wenige Meter überein. Die Schlussätze in den 8 letzten Zeilen müssen also lauten:

Die Höhe der Station Puen-tunico wird, nach den Messungen von Jorge Juan, zu 1036 Toisen (2019 Meter) über Caraburo, die absolute Höhe von Caraburo (Observaciones Astronómicas p. 130) zu 1267½ Toisen angegeben. Die beiden kaum von einander abweichenden Resultate verdienen trotzdem kein Vertrauen; einmal wegen der geschätzten Höhendifferenzen, dann aber auch, weil Caraburo zu hoch angenommen ist.

- S. 154. Schmarda (Reise, III, S. 225, 226) hat sich bei seiner Umwanderung des Cotopaxi am Abhang des Quilindaña aufgehalten, doch, wie es scheint, ohne den Berg selbst gesehen zu haben.

- S. 155, 156. Ein schönes Beispiel für die durch den Aufbau vulkanischer Berge verursachten

Veränderungen der Wasserläufe bieten die Kivu-Berge in Afrika (J. E. S. Moore: „Tanganika and the Countries North of it“ in Geograph. Journal XVII. p. 1 ff. und „To the Mountains of the Moon“ London 1904, p. 222—223).

- S. 162 Anm. Herr Professor Hans Meyer theilt mir, nach Durchsicht der Ausdüngebogen, mit, dass seine Bemerkungen sich weniger auf die Textangaben des Herrn Stübel (Skizzen, S. 44), als auf die aus der Betrachtung der Stübel-Troyas'schen Bilder gewonnenen Anschauungen und auf die aus den Stübel'schen Höhenangaben (Skizzen, S. 43) entnommenen Messungen beziehen.

- S. 165, Z. 12 v. u. lies: „Amphiboliten“, statt: „Aphiditen“.

- S. 173, Z. 7 v. u. lies: „Gletscherbetten“, statt: „Gletscherbette“.

- S. 174, 175. Die Vergletscherung des Kilimandscharo, welche früher weiter herabreichte, als dies heutzutage der Fall ist, wird mit einem feuchteren und kühleren Klima in Verbindung gebracht, für welches auch die einst grössere Ausdehnung der afrikanischen Seen zu sprechen scheint. Nach Herrn Moores oben citirten Arbeiten wurde die Verkleinerung der Seen bedingt durch den verminderten Wasserzufluss aus dem Süden: Die Kivu-Vulkane haben die südlichsten Zuflüsse des Nil nach Süden abgelenkt; die grosse Nord-Süd verlaufende Senke wurde dadurch wasserärmer, das Klima trockener. Veränderungen im Feuchtigkeitszustande einer so ausgedehnten Landstrecke müssen auch die benachbarten Gebiete beeinflussen, und so wäre die Frage in Betracht zu ziehen, ob nicht auch der Rückgang des Victoria-Nyansa mit dem Aufbau der Kivu-Vulkane in Beziehung zu setzen sei. Ist dies der Fall, dann wären bedeutende klimatische Veränderungen für grosse Gebiete auf lokale Ursachen zurückgeführt; denn die während der feuchten Periode weiter ausgedehnte Vergletscherung der vulkanischen Gebirge musste ihrerseits durch Temperaturniedrigung der umgebenden Luftschichten wesentlich dazu beitragen, das Klima kühler und

feuchter zu machen. Dieser Einfluss verminderte sich aber in dem Masse, als die Gletscher in Folge der Gletschervrosion sich mehr und mehr zurückzogen und die Schneebedeckung der Berge sich verringerte. Ging damit Hand in Hand die Trockenlegung der Seegebiete, in Folge des verminderten Wasserzuflusses vom Süden, so mussten beide Ursachen eine Abnahme der Feuchtigkeit und eine Zunahme der Temperatur bewirken. Das Klima musste trockener und

wärmer werden, wodurch eine grössere Verdunstung des Wassers der grossen Seen im Tiefland und ein rascherer Rückzug der Gletscher in den Hochgebirgen bedingt wurde.

S. 175. Schumacher (Reise, III, S. 223) sagt vom Ilmiza: „Auf dem unteren Theil bildete die Schneefläche viele Biegungen und Zacken, deren Silberweiss mit dem Dunkelblau des unteren Berges ein unvergleichliches Bild giebt“.

TAFEL IV.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Tridymit mit sechseckigem Umriss, gegen Erz begrenzt, in einem Hornblende-Pyroxen-Andesit von dem Picacho del Cotopaxi. pag. 196.

Gewöhnliches Licht.

Vergrößerung: 72 : 1.

Fig. 2. Tridymit als Zwischenklemmungsmasse, der zuletzt erstarrte Bestandtheil des Gesteins, Einschluss in einem Hornblende-Pyroxen-Andesit aus dem Gletscherschutt. Rückwand Toruno, Quilindáin. pag. 197.

Gewöhnliches Licht.

Vergrößerung: 310 : 1.

Fig. 3. Feldspath mit kreisrundem, scharf gegen die äussere Zone begrenztem Kern, in einem sauren Pyroxen-Andesit vom Gipfelfels des Yahuil, Sinchologun. pag. 201.

+ Nicols.

Vergrößerung: 60 : 1.

Fig. 4. Durchkreuzungs-Zwilling nach dem Carlsbader Gesetz, in einem, an dunkelen Bestandtheilen armen Pyroxen-Andesit vom Gipfelfels des Yahuil, Sinchologun, welcher selbst als Einschluss in einer vitrophyrischen Lava vorkommt. pag. 198.

+ Nicols.

Vergrößerung: 70 : 1.

Fig. 5. Stark ausgegriffener, einschlussreicher Feldspath, in der Umgebung scharf begrenzte, einschlussarme Feldspathie, in einem Pyroxen-Andesitgeröll von der Quebrada Rumipungu, Quilindáin. pag. 201.

Die Hauptschnitte der Nicols stehen unter einem Winkel von 85° .

Vergrößerung: 19 : 1.

Fig. 6. Polysynthetischer Feldspath mit im Gleichgewicht ausgebildeten Ansätzen nach dem Periklin- oder Basisgesetz in einem Biotit-Andesitgeröll von dem Rio Atiques zwischen Chulupas und Mulaló. pag. 199.

Gewöhnliches Licht.

Vergrößerung: 72 : 1.

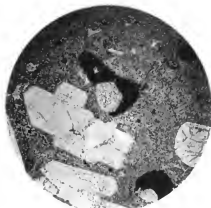


Fig. 1.

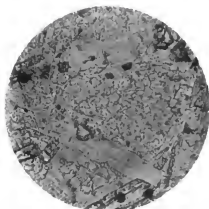


Fig. 2.

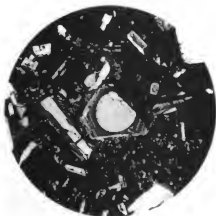


Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.

TAFEL V.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Augit-Zwilling, wohl nach P² (122) in einem Basalt von der Puerta de Guamini, Sincobagua. p. 215.

Gewöhnliches Licht.

Vergrößerung: 80 : 1.

Fig. 2. Hypersthen mit regelmässig angeordneten Interpositionen, in einer sauren Pyroxen-Andesit-Lava zwischen Amal-Inaico und Toruno-Inaico, Quilindaña. pag. 217.

Gewöhnliches Licht.

Vergrößerung: 72 : 1.

Fig. 3. Olivin mit Einschlüssen von Plagioklas und braunem Glas, in einem Pyroxen-Andesit vom Salband eines Ganges vom SW.-Rand der Caldera des Paschoa. pag. 219.

+ Nicols.

Vergrößerung: 72 : 1.

Fig. 4. Apatitsäulen idiomorph in Magnetstein. Die Längsschnitte mit staubartigem Einschluss üben eine pleochroitische Wirkung. Freiliegend in der Nähe ein Querschnitt einer Apatitsäule mit nach den Prismenflächen angeordneten Einschlüssen. Von einem sauren, glimmerführenden Pyroxen-Andesit-Gerölle von dem Rio Abiques, Cotopaxi. pag. 219.

Gewöhnliches Licht.

Vergrößerung: 72 : 1.

Fig. 5. Hypersthen mit Augit und Feldspath verwachsen, in einem Pyroxen-Andesit-Block vom Gipfelfelsen, Toruno, Quilindaña. pag. 218.

Gewöhnliches Licht.

Vergrößerung: 17 : 1.

Fig. 6. Dasselbe. pag. 218.

+ Nicols.

Vergrößerung: 17 : 1.



Fig. 1.

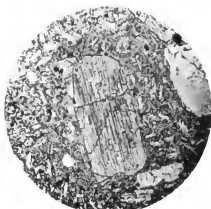


Fig. 2.



Fig. 3.

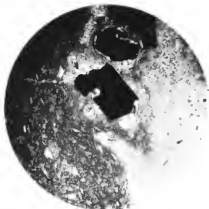


Fig. 4.

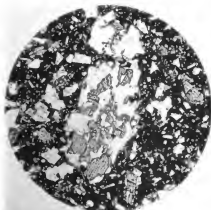


Fig. 5.

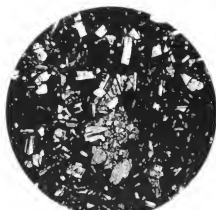


Fig. 6.

TAFEL VI.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Hypersthen mit geschlossenem Augitmantel, in einem Pyroxen-Andesit von der Quebrada Uchi-Rumi-pungu, Quilindáña. pag. 215.

+ Nicols.

Vergrößerung: 19 : 1.

Fig. 2. Hypersthen mit Mantel von Hornblende, in einem Hornblende-Pyroxen-Andesit vom Gipfelfels Hintergrund der Caldera Toruno, Quilindáña. pag. 214.

Gewöhnliches Licht.

Vergrößerung: 22 : 1.

Fig. 3. Augithaufen mit einem Kranz von strahlenförmig eingelagertem Erz, in einer olivinführenden Pyroxen-Andesit-Bombe am oberen Theil des Yama-sachin-volcan, Cotopaxi, pag. 222.

Gewöhnliches Licht.

Vergrößerung: 93 : 1.

Fig. 4. Hornblende mit breitem Resorptionsrand. Das Erz zeigt stellenweise eine strahlenförmige Anordnung. Dicht an dem noch erhaltenen Hornblende-kern (rechts unten) zeigt sich Augit, links vom Kern Feldspath. pag. 214.

Gewöhnliches Licht.

Vergrößerung: 75 : 1.

Fig. 5. Zu einem Haufwerk von Augit, Hypersthen, Feldspath und Magnet Eisen gesellt sich (links oben) eine Grundmasse von klarem Glas mit deutlich ausgebildeten, richtungslos angeordneten Pyroxen-Säulchen, welche stark gegen die pyroxenarme, fluidal struierte Hauptgrundmasse absteicht. In einem Hornblende-Biotit-Pyroxen-Andesit vom Gipfel des Cerro Chimpira, Sincholagua. pag. 221.

Gewöhnliches Licht.

Vergrößerung: 80 : 1.

Fig. 6. Grundmasse von braunem Glas mit stark entwickelten Pyroxen-Säulchen und Feldspath in einem Haufwerk von Augit, Feldspath und Magnet Eisen (die beiden letzten meistens ausserhalb des Gesichtsfeldes), links oben die Hauptgrundmasse des Gesteins. Diese besteht aus einem hellbraunen Glas mit vielen Feldspathleisten und Pyroxen-Körnchen in mässiger Menge. pag. 221.

Gewöhnliches Licht.

Vergrößerung: 70 : 1.



Fig. 1.

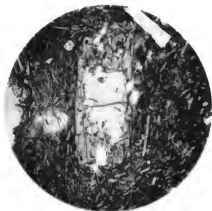


Fig. 2.

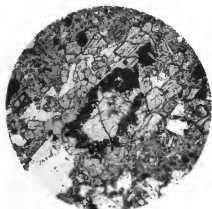


Fig. 3.

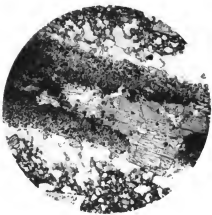


Fig. 4.

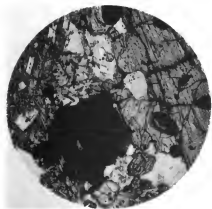


Fig. 5.



Fig. 6.

TAFEL VII.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Hornblendereicher Einschluss. Die lamellirten Plagioklaseisten und Hornblendesinchen bilden ein Netzwerk in dem braunen Glas. Oben zeigt sich die Hauptgrundmasse des Gesteins, ein Hornblende-Andesit-Block von der Rückwand Toruno, Quilindana. pag. 223.
Gewöhnliches Licht.

Vergrößerung: 22 : 1.

Fig. 2. Grundmasse in einem feldspathreichen Pyroxen-Andesit von dem Gipfelfelsen des Yahuil, Sincholagua. Der in Fig. 4, Tafel IV, aufgenommene Feldspath gehört demselben Gestein an. pag. 236.

+ Nicols.

Vergrößerung: 140 : 1.

Fig. 3. Schlierenbildung in einer sauren Pyroxen-Andesit-Lava vom Gipfelfelsen des Yahuil, Sincholagua. Der in Fig. 4, Tafel IV, aufgenommene Feldspath gehört zu demselben Gestein. pag. 244.

Gewöhnliches Licht.

Vergrößerung: 6 : 1.

Fig. 4. Handstück von Pyroxen-Andesit. Die weissen Flecken sind nicht Einsprenglinge, sondern nur pyroxen- und erzarne Theile der Grundmasse. Von einem Pyroxen-Andesit-Lavaström am Paso de Llave-pungo, rechte Seite des Rio l'ita, Cotopaxi, X-Euss. pag. 264.

Schwache Vergrößerung.

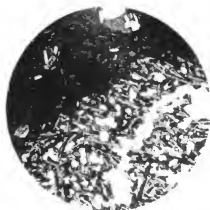


Fig. 1

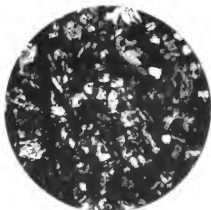


Fig. 2

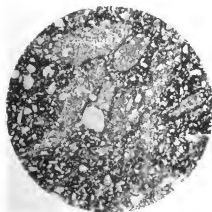


Fig. 3



Fig. 4

INHALT DER ZWEITEN LIEFERUNG.

(Schluss von Band II und vom ganzen Werke.)

II Paschoa, Rumiñahui, Sincholagua, Quilindña und Cotopaxi, mit Taf. IV—VII. Bearbeitet von A. Young	Seite 61 — 275
Uebersichten, Namen- und Sachverzeichnis, Nachträge und Berich- tigungen	Seite 277—356

Titel, Vorwort und Inhaltsverzeichnis des zweiten Bandes liegen bei.

Das mit der vorliegenden Lieferung abgeschlossene Sammelwerk

W. REISS UND A. STÜBEL, REISEN IN SÜD-AMERIKA

besteht aus folgenden Abtheilungen:

Lepidopteren, gesammelt auf einer Reise durch Colombia, Ecuador, Perú, Brasilien, Argentinien und Bolivien in den Jahren 1868—1877 von **Alphons Stübel**. Bearbeitet von **Gustav Weymer** und **Peter Maassen**. Mit 9 colorirten Tafeln. VI und 182 Seiten gr. 4. 1890. Halbleinwandband. M. 30.

Geologische Studien in der Republik Colombia. I. Petrographie.

1. Die vulkanischen Gesteine. Bearbeitet von **Richard Köch**. Mit 9 Tafeln in Lichtdruck. XIV und 204 Seiten nebst 9 Tafelbeschreibungen gr. 4. 1892. geh. M. 20.

II. Petrographie. 2. Die älteren Massengesteine, Krystallinen, Schiefer und Sedimente bearbeitet von **Walter Bergt**. Mit 1 Karte, 8 Lichtdrucktafeln und Abbildungen im Text. XVI und 239 Seiten nebst 8 Tafelbeschreibungen. gr. 4. 1899. geh. M. 22.

III. Astronomische Ortsbestimmungen bearbeitet von **Bruno Peter**. XXII und 328 Seiten gr. 4. 1893. geh. M. 22.

Das Hochgebirge der Republik Ecuador. I. Petrographische Untersuchungen.

1. West-Cordillere. Bearbeitet im mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Berlin. Lieferung I. Mit 2 Tafeln. 140 Seiten nebst 2 Tafelbeschreibungen gr. 4. 1892. geh. M. 10.

Lieferung 2. Mit 3 Tafeln. 84 Seiten nebst 3 Tafelbeschreibungen gr. 4. 1893. geh. M. 8.

Lieferung 3 (Schluss des Bandes). Mit 2 Tafeln. X und 134 Seiten, nebst 2 Tafelbeschreibungen gr. 4. 1898. geh. M. 10.

II. Petrographische Untersuchungen. 2. Ost-Cordillere. Bearbeitet im mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Berlin. Lieferung 1. Mit 3 Tafeln. 60 Seiten nebst 3 Tafelbeschreibungen gr. 4. 1896. geh. M. 6.

Lieferung 2 (Schluss des Bandes). Mit 4 Tafeln. X und 296 Seiten nebst 4 Tafelbeschreibungen gr. 4. 1902. geh. M. 20.

Im Anschluss an dieses Sammelwerk erschien:

Wilhelm Reiss: Ecuador 1870—1874. Petrographische Untersuchungen,

ausgeführt im mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Berlin. Heft 1. Die vulkanischen Gebirge der Ost-Cordillere von Pamba-marca bis zum Antisana bearbeitet von **E. Elich**. 116 Seiten gr. 4. 1901. geh. M. 8.

A. ASHER & CO.

